



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Metrologia dos Moldes

Tiago Filipe Marques Fonseca

Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos

Coimbra, agosto de 2014



Instituto Politécnico de Coimbra
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Metrologia dos Moldes

Tiago Filipe Marques Fonseca

Orientador:
Luís Filipe Pires Borrego
Professor Coordenador, ISEC

Coimbra, agosto de 2014

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste estágio foi-me proporcionada uma oportunidade de integrar uma empresa no seu dia-a-dia numa área do meu interesse para consolidar tudo o que aprendi na teoria e agora poder por em prática.

Quero agradecer aos senhores António Gameiro e Ricardo Caseiro pela prova de confiança que me deram e a excelente oportunidade de realizar o estágio na sua empresa e sempre estarem predispostos a ensinar e a ajudar-me a integrar. Quero também mencionar todos os colaboradores que me ajudaram a integrar e que tinham sempre algo para me ensinar.

Quero agradecer ao meu coordenador de estágio o Professor Luís Borrego por todo o apoio e ajuda, pela sua disponibilidade e orientação para que todo este relatório e estágio se concretizassem.

Aos meus pais e amigos quero dizer muito obrigado por toda a ajuda e apoio dado ao longo de todo este estágio.

À minha namorada Ana quero dizer-lhe que sem ela nada disto seria possível, pois foi um enorme pilar e quem mais me ajudou a tornar tudo isto concretizável.

RESUMO

No âmbito do Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos, Área de especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos e Sistemas Mecânicos, do Instituto de Engenharia de Coimbra, foi realizado um estágio na empresa MOLDATA, Mold Services. Esta empresa produz moldes, além de prestação de outros serviços.

Este estágio teve como principal objetivo implementar uma nova seção na empresa, nomeadamente a Metrologia, com o intuito de fazer um controlo dimensional a tudo o que é necessário e ainda ser uma ferramenta que permita melhorar os padrões de qualidade e garantir que a empresa efetua um bom trabalho.

O trabalho realizado durante o estágio permitiu desenvolver capacidades da bancada, produção e programação, permitindo uma base de conhecimentos para ao efetuar o controlo dimensional ser capaz de identificar zonas críticas a medir, zonas onde importa cumprir tolerâncias e ter capacidade para construir soluções e identificar a razão dos eventuais erros.

Palavras-Chave: Engenharia, Moldes e Metrologia.

ABSTRACT

Within the Masters in Mechanical Equipments and Systems, Specialization in Construction and Maintenance of Mechanical Equipment and Systems, of Instituto de Engenharia de Coimbra, an internship was held in Moldata, Mold Services. This company produces molds, besides providing services.

This internship aimed to implement a new section in the company, namely Metrology, in order to make a dimensional control on everything needed and still be a tool that will improve the quality standards and ensure that the company made a good job.

The work performed during the internship allowed to develop capabilities of bench, production and programming, allowing a knowledge for when performing the dimensional control, being able to identify critical areas to measure, areas where tolerances have to be attained and be able to build solutions and identify the reason of eventual errors.

Key-Words: Engineering, Molds and Metrology.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Âmbito e Objetivos do Estágio.....	1
1.2. Plano de Trabalhos.....	2
1.3. Estrutura do Relatório de Estágio	2
2. INDÚSTRIA DOS MOLDES NA REGIÃO DE LEIRIA	4
2.1. A Indústria de Moldes.....	4
2.1.1. Empregabilidade	4
2.1.2. Exportação e Crescimento Económico	4
2.1.3. Inovação e Diversidade.....	5
2.2. A Moldata como Exemplo de Sucesso.....	5
2.2.1. Breve Apresentação da Empresa.....	5
2.2.2. Crescimento e Expansão da Moldata.....	6
2.2.3. Funcionamento da Empresa	6
2.2.3.1. Desenho e Projeto.....	6
2.2.3.2. Programação.....	6
2.2.3.3. Produção	7
2.2.3.4. Bancada.....	7
2.2.4. Projeção da Empresa no Futuro	7
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO.....	9
3.1. Cronograma das Atividades Desenvolvidas.....	9
3.2. Bancada.....	9
3.3. Produção.....	15
3.4. Programação	20
3.5. Controlo Dimensional.....	23
3.6. Interação com Outros Meios e Recursos	25
4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO: METROLOGIA NOS MOLDES.....	26
4.1. Breve Contexto Histórico	26
4.2. Conceito de Metrologia.....	26
4.3. Domínios de Atividade da Metrologia.....	28
4.3.1. Metrologia Científica, Primária ou Fundamental.....	28
4.3.2. Metrologia Industrial ou Aplicada	29

4.3.3. Metrologia Legal.....	30
4.4. Conceitos de Erros	32
4.5. Implementação da Metrologia na Moldata	35
4.5.1. Etapas de Preparação para um Controlo Dimensional	38
4.5.2. Controlo de Zonas Moldantes e de Ajustamento	38
4.5.3. Controlo de Peças a Pedido do Cliente	40
4.5.4. Resolução de Problemas em Peças	40
4.5.5. Comparação de Peças com Outras que não Foram Elaboradas na Moldata.....	40
4.5.6. Problemas na Injeção do Material	40
4.6. Resultados Práticos	41
 5. CONCLUSÕES.....	 52
 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 54
 7. ANEXOS	 55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de um lado da bucha – Lado da extração.....	12
Figura 2. Exemplo de um lado da cavidade – Lado da injeção	12
Figura 3. Elementos móveis e balancés.....	13
Figura 4. Elementos móveis	14
Figura 5. Cone de alta rotação	17
Figura 6. Máquina CNC a maquinar postigos numa mesa magnética.....	19
Figura 7. Máquina CNC a maquinar numa mesa de senos	19
Figura 8. Página principal das folhas dos programas.....	20
Figura 9. Página com os programas e informações necessárias	21
Figura 10. Exemplo de um desenho cotado.....	22
Figura 11. Braço da FARO – EDGE.....	24
Figura 12. Exemplo de uma medição.....	33
Figura 13. Efeito da temperatura na medição de uma peça	34
Figura 14. Aparelhos de medição	34
Figura 15. Planos dos eixos X, Y e Z para obter a posição relativa ao braço.....	36
Figura 16. Alinhamento Geométrico.....	37
Figura 17. Seleção de parâmetros de medição.....	37
Figura 18. Exemplo de controlo a uma zona moldante.....	39
Figura 19. Exemplo de uma medição às dimensões de uma caixa	42
Figura 20. Medição obtida da posição das guias	43
Figura 21. Peças a serem controladas.....	44
Figura 22. Controlo feito às peças	45
Figura 23. Controlo efetuado às peças originais	46
Figura 24. Bucha esquerda e direita (Lado da extração)	47
Figura 25. Zona de injeção com cerca de 0,1 mm de aço a menos	48
Figura 26. Lado da extração	49
Figura 27. Lado da injeção	49
Figura 28. Exemplo de uma peça onde o cliente se queixava da espessura da mesma	51

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Cronograma do Plano de Estágio	2
Quadro 2. Cronograma das atividades desenvolvidas no estágio	9
Quadro 3. Trabalhos desenvolvidos na bancada.....	10
Quadro 4. Etapas da produção.....	15
Quadro 5. Etapas a seguir na Programação	23
Quadro 6. Domínios de Atividade de Metrologia.....	28

"O conhecimento amplo e satisfatório sobre um processo ou fenómeno somente existirá quando for possível medi-lo e expressá-lo através de números"

Lord Kelvin (1883)

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito e Objetivos do Estágio

No meio empresarial, há dois conceitos que não podem ser vistos de forma isolada, sendo eles sucesso e competitividade. Assim, não se pode esperar que uma empresa cresça, com sucesso, sem que seja competitiva internamente e externamente. Com isto se quer dizer que há que existir a preocupação em melhorar o serviço prestado quer nas várias secções e áreas da empresa, quer a nível mais geral na relação com as outras empresas.

Ser competitivo, ou seja, entrar em competição com outras entidades ou pessoas só é possível devido aos avanços tecnológicos que se tem verificado nas últimas décadas. Cada vez mais, há a preocupação em produzir ferramentas que permitem ao homem aprimorar o trabalho desenvolvido, aumentando o seu nível de produtividade e maximizando a eficácia e qualidade do equipamento.

Neste sentido, procurou-se uma empresa com estes requisitos para ser desenvolvido o estágio curricular, e com ele adquirir ferramentas que permitam ser engenheiro ativo e competitivo no ramo empresarial.

Sendo assim, a Moldata, situada na Região de Leiria, foi a empresa escolhida. Esta é especializada no fabrico de estruturas para moldes (de injeção de plástico e fundição injetada), prestando também serviços de Maquinação CNC de Precisão. Atualmente está a expandir os seus serviços para a produção de moldes completos.

Para garantir a qualidade e o rigor, todas as operações são previamente estudadas e programadas em modernos sistemas CAD-CAM e, executadas em máquinas CNC.

Assim, o presente Relatório de Estágio, inserido no Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, visa o relato, descrição e reflexão da prática desenvolvida ao longo do estágio curricular.

Os seus principais objetivos prendem-se com:

- Aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica em contexto real de trabalho;
- Possibilitar o desenvolvimento de competências relativas à fabricação dos moldes;
- Criar e otimizar a secção de metrologia na empresa onde foi desenvolvido o estágio, a Moldata.

1.2. Plano de Trabalhos

Foi criado um plano de estágio que compreende a definição de diferentes fases de trabalho, atendendo à disponibilidade e necessidades da entidade acolhedora, a Moldata. Este compreende as seguintes fases:

Fase 1 - Conhecimento do processo de fabrico dos moldes;

Fase 2 - Formação na área da Bancada;

Fase 3 - Formação na área da Produção;

Fase 4 - Formação na área da Programação;

Fase 5 - Criação da secção de Metrologia e sua implementação;

Fase 6 - Elaboração do Relatório de Estágio.

O cronograma seguinte (Quadro 1) apresenta a distribuição temporal das fases compreendidas no plano de estágio.

Quadro 1. Cronograma do Plano de Estágio

	set.12	out.12	nov.12	dez.12	jan.13	fev.13	mar.13	abr.13	mai.13
Fase 1									
Fase 2									
Fase 3									
Fase 4									
Fase 5									
Fase 6									

1.3. Estrutura do Relatório de Estágio

O presente relatório está organizado em cinco capítulos.

No primeiro e atual, pretende-se descrever o âmbito em que se insere o presente trabalho, os objetivos gerais que se pretende alcançar, o plano de trabalhos que envolve a distribuição temporal das fases compreendidas no plano de estágio, e ainda a forma como está estruturado este documento.

O segundo capítulo, referente à Indústria de Moldes na Região de Leiria, visa descrever o impacto dos moldes ao nível da empregabilidade, da exportação, crescimento económico e da inovação e desenvolvimento tecnológico da região. Ainda neste capítulo pretende-se fazer referência à empresa onde foi desenvolvido o estágio, a Moldata, como um exemplo de sucesso. Neste sentido, far-se-á referência a uma breve apresentação da empresa; ao seu crescimento e expansão nas últimas décadas; ao funcionamento da mesma (desenho, programação, produção e bancada); e, por último, aos projetos futuros da empresa.

Por sua vez, o terceiro capítulo diz respeito às atividades desenvolvidas ao longo do estágio. Como tal, inicialmente será apresentado um cronograma das atividades desenvolvidas e depois especificar-se-á cada uma delas, nomeadamente: o trabalho realizado na área da bancada, na área da produção, na área da programação, na área do controlo dimensional e, por fim, apresentar-se-á as interações existentes com outros meios e recursos.

O quarto capítulo trata a implementação do projeto na Moldata, sendo ele Metrologia nos moldes. Sendo assim, apresentar-se-á numa primeira fase uma componente teórica, alusiva ao breve contexto histórico, ao conceito de metrologia, aos domínios de atividade da metrologia e ainda aos diversos conceitos de erros e suas origens. A segunda fase, já de cariz mais prático, aborda a forma como a metrologia foi implementada na Moldata e ainda os resultados práticos obtidos.

Segue-se o quinto capítulo, referente às conclusões gerais, onde se pretende fazer referência às aprendizagens e competências que foram adquiridas ao longo do estágio, às limitações sentidas durante o mesmo e ainda sugestões para trabalhos futuros.

Por fim, apresentar-se-á as referências bibliográficas que fundamentaram o presente trabalho e os anexos referenciados ao longo do mesmo.

2. INDÚSTRIA DOS MOLDES NA REGIÃO DE LEIRIA

2.1. A Indústria de Moldes

2.1.1. Empregabilidade

De acordo com o artigo publicado no jornal Região de Leiria, em fevereiro de 2013, nos últimos anos a indústria de moldes tem vindo a contratar profissionais, das diversas áreas, para colmatar a falta de mão-de-obra existente.

Entre os vários profissionais que colaboram no processo de fabrico dos moldes, são os engenheiros que estão a fazer mais falta às empresas, pelas qualificações que possuem.

De uma forma geral, a indústria de moldes na região de Leiria tem vindo a combater o desemprego no nosso país, mediante a contratação de jovens qualificados.

2.1.2. Exportação e Crescimento Económico

Além de potenciar a empregabilidade de jovens qualificados, a indústria dos moldes tem promovido a exportação e crescimento económico de Portugal.

Dados recentes, de abril de 2012, demonstram que “as exportações cresceram 15% em 2011, com especial incidência no Brasil (80%), Polónia (50%), França (50%) e Espanha (17%)” [In Região de Leiria].

Um dos fatores que tem potenciado a exportação dos moldes e, consequentemente, o crescimento económico do nosso país é o facto de os clientes que se tinham deslocado para a Ásia estarem, novamente, interessados no trabalho desenvolvido pelos portugueses. Estes clientes fogem de problemas relacionados com o nível de qualidade, com os custos de manutenção durante o processo produtivo e ainda com questões ligadas à confidencialidade dos contratos.

Atualmente, a “indústria de moldes, com 65% das empresas instaladas na região, sobretudo no concelho da Marinha Grande, afirma-se à escala global e já vende para 43% dos 191 países. As exportações cresceram 40% no ano passado, muito acima da subida geral do distrito de Leiria” [In Região de Leiria]. Estes resultados são indícios de uma indústria moderna, ágil e global.

De facto, há cerca de dois anos, os moldes representavam 10% (148 milhões de euros) das exportações do distrito de Leiria, percentagem esta que subiu o ano passado para os 14%, correspondendo a 1685 milhões de euros.

2.1.3. Inovação e Diversidade

O sucesso da indústria de moldes da região deve-se ao facto de esta oferecer aos clientes um trabalho diversificado e complementar. Por outras palavras, pode-se salientar que a região dispõe de conjunto de empresas dinâmicas e diferenciadas, que atuam em conjunto, de forma a permitir uma maior variedade de soluções e respostas para os clientes [In Região de Leiria].

Hoje em dia, “o setor dos moldes é composto por 450 empresas (290 delas no distrito), com a dimensão de PME, dedicadas à conceção, desenvolvimento e fabrico de moldes e ferramentas especiais” [In Região de Leiria]. Além disso, a indústria portuguesa oferece, também, um trabalho diversificado, pois vai desde o design à engenharia e aos moldes, e ainda ao nível dos componentes e dos produtos finais.

De uma forma geral, Portugal oferece um conjunto de serviços que vão desde a inovação e a diversidade, que permitem ao cliente encontrar todas as competências necessárias ao desenvolvimento, industrialização e produção do molde (Ibidem).

Por último, há a salientar que “a capacidade de cooperar e competir, de empresas cada vez mais tecnológicas e inovadoras, com empresários de visão internacional e técnicos altamente qualificados, que competem no mercado global” (Ibidem) tem permitido ao mercado português crescer e expandir-se ao longo dos tempos.

2.2. A Moldata como Exemplo de Sucesso

2.2.1. Breve Apresentação da Empresa

A Moldata – MOLD SERVICES, foi fundada em 1998, tendo como principal atividade o fabrico de estruturas para moldes, e também a oferta de diversos serviços em maquinaria CNC de precisão. Estava sediada na Barosa, Leiria.

Em 2011 chegou a altura de alargar horizontes e expandir o seu mercado. Até então era uma empresa de subcontratação que prestava serviços às empresas produtoras de moldes. A ideia passou por mudar de espaço, para um maior e com melhores condições, espaço este que poderia receber novas máquinas CNC, criar novas secções de trabalho e por consequente subir na hierarquia da produção de moldes.

Sendo assim, a empresa mudou-se para Vieira de Leiria, Marinha Grande. Criou novos postos de trabalho, adquiriu novos equipamentos e apostou forte numa área onde existe muito trabalho. A empresa aumentou a sua capacidade de maquinaria o que permitiu a especialização em novos produtos, sendo eles moldes metálicos para a injeção de metais e moldes para a indústria médica/saúde.

Neste momento é desenvolvida a atividade aliando a experiência e dinamismo à tecnologia, estando a tornar-se uma referência na indústria de moles. A Moldata apoia-se nos serviços especializados no fabrico de acessórios, tratamentos térmicos, serviços logísticos e desenvolvimento tecnológico.

2.2.2. Crescimento e Expansão da Moldata

O crescimento da Moldata deveu-se sobretudo à boa gerência, à recuperação do bom nome e cotação dos moldes Portugueses e ao arriscar em investir, estando agora a empresa a tirar os proveitos de tudo isso, com o crescimento constante a que está a sofrer.

Ao passar de simples estruturas para moldes para a produção de moldes e ao oferecer novos serviços especializados para a injeção de metais e moldes para a indústria médica/saúde, a empresa precisou de conhecimentos, de obter novas ferramentas, criar novos postos de trabalho não existentes até então na empresa, novas secções e tudo o necessário para o crescimento sustentado e equilibrado necessário.

2.2.3. Funcionamento da Empresa

A empresa neste momento encontra-se dividida em 4 secções, que envolvem as etapas de elaboração dos moldes: o desenho e projeto, a programação, a produção e a bancada.

2.2.3.1. Desenho e Projeto

Esta secção só foi criada a partir do momento em que a empresa começou a enveredar pela produção de moldes.

Na secção de desenho existem 2 pessoas que tomam conta de tudo o que implica o desenho e projeto, sendo um o modelador principal dos moldes e o outro, o desenhador projetista.

É aqui que “o molde” ganha forma e tudo se compõe para que o produto final seja o pretendido. É nesta secção que sai a lista de materiais, a lista das dimensões do aço e todos os acessórios necessários para a elaboração do molde, tal como os ficheiros 3D para a programação e os ficheiros 2D para a produção.

2.2.3.2. Programação

A secção da programação já existia na empresa com a diferença de o trabalho que agora é feito ser muito mais extensivo e pormenorizado, isto porque existe uma grande diferença entre programar estruturas e zonas moldantes com muitos pormenores.

Esta secção é composta por 3 programadores, 2 deles com bastante experiência na programação. Depois do projeto esta é a etapa seguinte, a programação de todas as peças e chapas a serem produzidas.

Daqui saem os programas com as ferramentas a usar, respetivas alturas e cones, posições da peça e afins, e todas as informações necessárias.

2.2.3.3. Produção

A produção é uma das secções mais importantes da empresa, visto ser nesta que todas as peças ganham a sua forma final.

A empresa trabalha por 3 turnos distintos, existindo um chefe de turno em cada um dos turnos. Este é responsável por orientar os trabalhadores e garantir que nada falte em termos de ferramentas e material necessário.

De uma forma geral, todo o trabalho "sujo" é feito nesta secção.

Esta secção é composta por 2 mandriladoras CNC, 9 centros de maquinaria de 3 eixos e um centro de maquinaria de 3 eixos mais 2 eixos, uma retificadora e, ainda, uma máquina de pequenas dimensões de erosão.

2.2.3.4. Bancada

Esta é uma das secções que sofreu bastantes alterações com o crescimento da empresa, visto que muito do trabalho até então era apenas a limpeza de peças, afinações e afins. Agora com a produção de moldes exige a execução de mais tarefas. Sendo assim, o trabalho na bancada envolve afinações a peças e chapas, ajustamento de todas as peças e, ainda, montagem de todos os acessórios para que o molde funcione.

Aqui é também uma das etapas chaves para que o molde seja feito sem problemas de maior, é aqui também que se pode deparar com problemas que possam ter ocorrido na maquinaria, e se corrige tudo dentro do possível e das limitações existentes.

Outra das tarefas na bancada prende-se em levar os moldes ao teste e depois disso afinar tudo ao pormenor para que a peça ou as peças injetadas estejam em plenas condições.

2.2.4. Projeção da Empresa no Futuro

Tal como todas as empresas devem ser a Moldata ambiciona sempre mais, claro que sempre com os pés bem assentes na terra, um dos planos a curto prazo passa por expandir e conseguir um novo espaço onde possa estar a bancada com todas as condições necessárias para fazer um

ótimo trabalho, espaço este que servirá também para instalar uma máquina de erosão, e um centro de maquinação de 5 eixos integral.

Outro dos objetivos passa por ser uma referência no âmbito dos moldes e conseguir ir sempre mais longe e obter melhores resultados.

Outro objetivo e este já em andamento prende-se com a criação de uma nova secção a metrologia, e para tal foi adquirido um braço para fazer controlo dimensional. Esta será mais uma ferramenta para fazer frente aos avanços tecnológicos e à competitividade do ramo.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO

3.1. Cronograma das Atividades Desenvolvidas

Ao longo do estágio, houve a oportunidade de desempenhar diferentes tarefas e funções, relativas ao processo de fabrico de um molde.

O esquema seguinte (Quadro 2) apresenta as diferentes secções onde foram desempenhadas funções, e ainda a sua duração.

Quadro 2. Cronograma das atividades desenvolvidas no estágio

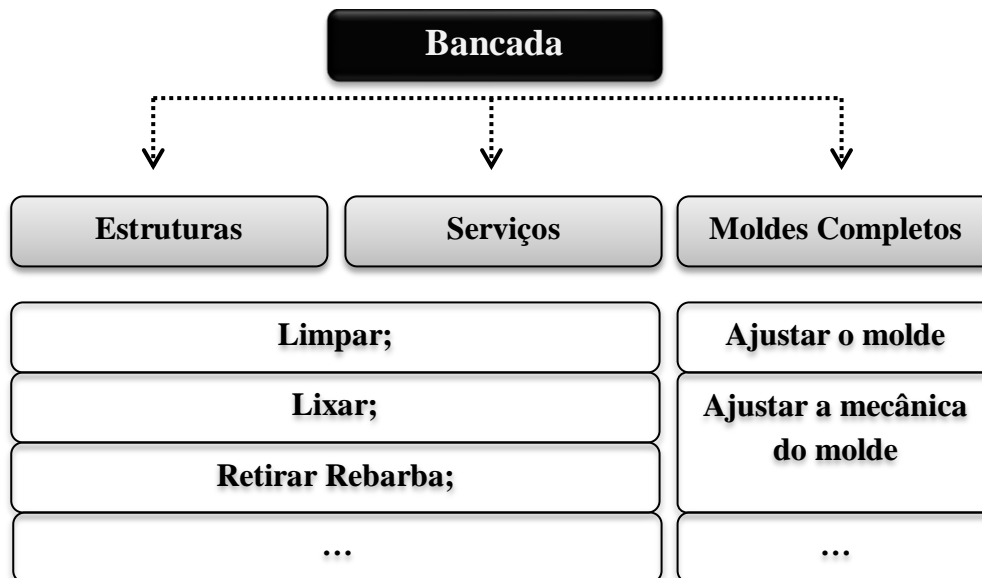


3.2. Bancada

O primeiro trabalho e a primeira interação no estágio com a empresa deu-se na bancada, secção onde se recebe as peças e estruturas depois de serem maquinadas.

Na bancada passam todos os trabalhos que são desenvolvidos na empresa (Quadro 3), como os moldes completos, simples serviços ou estruturas feitas. Isto porque todas as peças/estruturas precisam de retoques adicionais antes de poderem seguir para o cliente.

Quadro 3. Trabalhos desenvolvidos na bancada



Uma das políticas da empresa é sempre o bom aspeto das estruturas/peças a serem entregues ao cliente. Todo este trabalho inclui vários procedimentos, como passar a lixa, tirar rebarba, fazer alguns aperfeiçoamentos às peças e acima de tudo deixar a peça num estado de perfeição.

Os aperfeiçoamentos feitos às peças podem envolver:

- O retirar ao máximo as manchas de oxidação que possam existir;
- O aperfeiçoamento de planos ou paredes, pois por vezes a olho nu não se nota nada, mas ao passar a mão consegue-se sentir uma ligeira diferença nos percursos efetuados pelas ferramentas;
- A eliminação de pequenos sinais de moças, resultantes da vibração ou quebra da ferramenta, de erros do programa, ou ainda, de algum problema técnico relacionado com a máquina no momento de leitura do programa;
- A aplicação de um líquido que permite retirar toda a sujidade adquirida pela peça e, ainda, de um líquido antioxidação, no final.

Quanto aos aperfeiçoamentos feitos aos moldes completos, são inúmeros os trabalhos a efetuar, que vai desde o ajustamento das peças, ao ajustamento de toda a mecânica do molde para este poder funcionar na perfeição. Este é todo um trabalho muito mais elaborado e demorado.

Outro dos trabalhos da bancada prende-se com levar os moldes à experiência. Nesta etapa, o molde é levado para uma outra empresa (empresa responsável pela injeção de plástico em moldes), onde é feita a injeção de plástico no molde e saem as primeiras peças.

Neste caso, é possível perceber se toda a mecânica está a trabalhar na perfeição, observar como saem as peças depois do plástico ser injetado, e aí averigua-se onde é preciso dar alguns retoques, onde a peça fica com muita rebarba, onde é que está a ficar muito plástico, entre outras situações diversas.

Uma das fases finais e por vezes mais morosas na elaboração de um molde diz respeito às alterações propostas pelo cliente. É de notar que nem todos os moldes necessitam de alterações, mas por vezes é necessário por imposição do cliente.

A experiência do molde é um procedimento que demora algum tempo, visto que é necessário transportar o molde para outra empresa (empresa de testes de moldes), montá-lo na máquina de injeção e tudo o que é necessário desde águas, óleo, etc.

Por vezes acaba por ser um teste moroso, isto porque não é à primeira tentativa que se acerta com a força de injeção, a quantidade de material a injetar e, por vezes, ocorrem problemas mecânicos com a abertura e fecho do molde ou com a extração do molde.

Em muitos moldes em que se injetam peças “esquerda” e “direita” (por exemplo óticas ou faróis) é habitual ver o peso de ambas as peças, de forma a garantir a existência de um equilíbrio no peso das peças. Este fator é muito importante, porque por mais ligeira que seja a diferença existente, irá provocar um maior desgaste na zona da peça mais pesada. Mais tarde, o cliente faz um controlo a nível de espessura das peças para assegurar que mesmo tendo pesos idênticos o material está distribuído todo por igual nas peças.

Para se garantir, realmente, a qualidade do molde, seria necessário realizar na fase da experiência, pelo menos, cerca de 50 a 100 tiragens seguidas. Isto porque pode acontecer que o molde esteja a trabalhar bem nas primeiras tiragens, mas com o aquecimento provocado pelo uso, este necessite de ser otimizado.

É de referir que uma experiência é insuficiente para testar um molde, tal como foi dito anteriormente. Esta serve, precisamente, para encontrar lacunas e aspetos a corrigir.

Muitas das vezes a fase que exige mais tempo na elaboração de um molde, refere-se às alterações finais, isto porque o produto final foi alterado muito ligeiramente, ou porque afinal é necessário que a injeção seja feita de outra forma, ou que existam peças adjacentes que afinal sejam necessárias em outro tipo de material. Todos estes procedimentos nem sempre se tornam rápidos.

Na maior parte dos casos, um molde é composto pela bucha, lado da extração (Figura 1), e pela cavidade, lado da injeção (Figura 2). Apresenta, ainda, a extração do lado da bucha para retirar a peça ou peças, e funciona quando o molde abre e a extração vem para a frente.

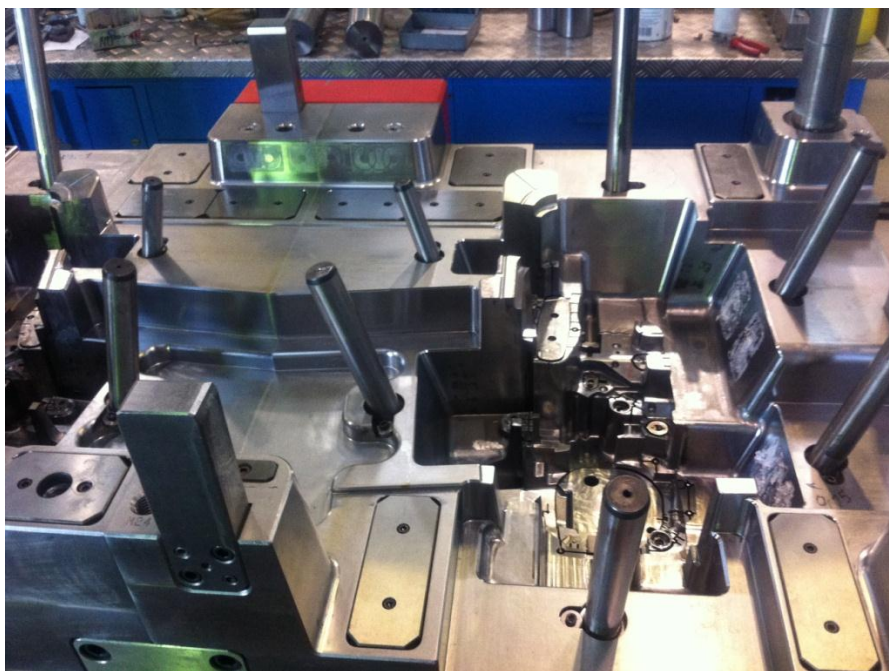


Figura 1. Exemplo de um lado da bucha – Lado da extração

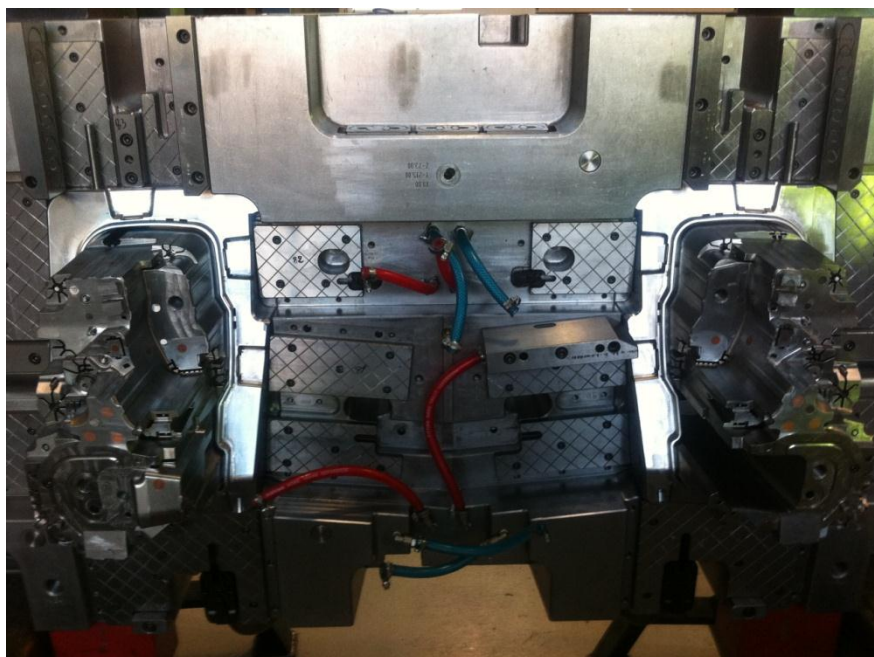


Figura 2. Exemplo de um lado da cavidade – Lado da injeção

Efetuada uma descrição mais pormenorizada, a zona moldante, que é a zona que molda o material, presente tanto no lado da cavidade como na bucha pode ter:

- Postiços (Figura x), que peças pequenas que contêm pormenores difíceis de definir aquando da maquinação da peça por inteiro. Alguns podem ser canais de injeção e definem o caminho de entrada do material para a zona a moldar.
- Extratores, tem como função puxar o plástico injetado, deslocando-se na horizontal e na vertical. Pode, por vezes, ser moldante.
- Balancé (Figura 3), desempenha as mesmas funções dos postiços e dos extratores. Também moldam, mas o seu movimento é feito na diagonal.



Figura 3. Elementos móveis e balancés

- Elementos móveis (Figura 4), tal como o próprio nome indica, são elementos que se movimentam quando o molde abre e fecha. À semelhança dos outros elementos, os elementos móveis também moldam a peça.



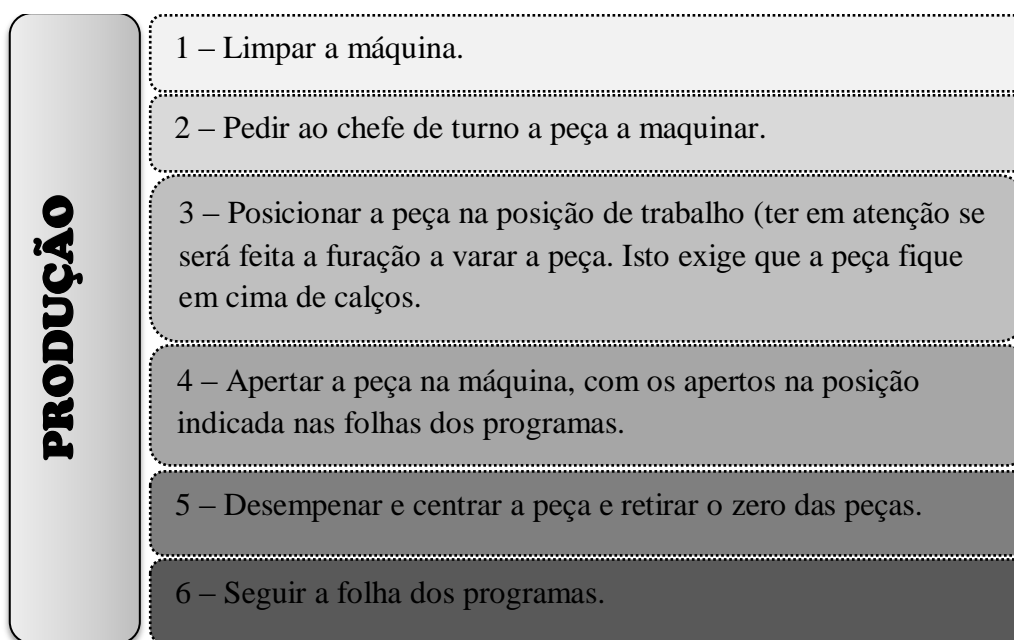
Figura 4. Elementos móveis

3.3. Produção

O passo seguinte no estágio foi passar pela produção, ou seja, depois de saber como são constituídos os moldes, como funcionam, é altura de ir para a fabricação e entrar em contacto com a produção, reconhecer as maiores dificuldades e facilidades. Enfim, perceber como tudo funciona para que aqueles pormenores mais pequenos ou maiores sejam obtidos.

A produção envolve a execução de 5 fases (Quadro 4):

Quadro 4. Etapas da produção



A fabricação, que diz respeito à transformação do bloco em aço bruto na(s) peça(s) finais pretendidas, envolve 3 etapas distintas:

- **Desbaste:** onde se tira o grande excedente de aço do bloco e se vai dando já uma forma parecida à peça final;
- **Pré-acabamento:** onde a peça já tem toda a sua forma definida, mas ainda apresenta algum “stock”;
- **Acabamento:** onde é retirado todo o excedente de material, deixando a peça com um acabamento o mais perfeito possível.

Antes de executar todo este processo, é importante acautelar a imobilização da peça, para que se obtenha um produto final em condições. Desta forma, é necessário “calçá-la”, colocando apertos em volta da peça, para que ao maquiná-la ela não se mexa. Seguidamente, é necessário desempenar a peça nos 3 eixos (X, Y e Z), recorrendo-se a um comparador para

assegurar o desempenho da peça. Após este processo, centra-se a peça. Na grande maioria das vezes, em X e Y, é centrada ao centro da peça e $Z = 0$ é no topo da peça. Para centrá-la usa-se um centrador.

Será também importante saber quais as ferramentas usadas para o desbaste e as usadas para o pré-acabamento e acabamento. Assim, para desbastar uma peça a deixar 0,5 mm de stock, é necessário usar uma fresa (ferramenta) de desbaste de 16 mm (possui 4 plaquetes). Por outro lado, se for para acabar a peça na fase do acabamento, existe outra fresa muito mais eficaz e recomendada para o trabalho. Esta já é uma fresa de plaquete única.

Outra situação prende-se com o facto de para se desbastar a peça, a ferramenta ter uma medida e a de acabamento ter outra, isto é usual visto serem ferramentas designadamente para acabamento ou desbaste. Outra questão também bastante importante tem a ver com o desempenho da ferramenta a usar no pré-acabamento ou no acabamento, isto para que a ferramenta não vá retirar mais material do que o necessário. É importante também para quando existem cotas de referência com tolerâncias muito importantes.

Aprender a ler as folhas dos programas a passar para a respetiva peça também é importante, pois é lá que se encontra:

- A ordem dos programas a passar e o tempo de duração de cada um;
- A ferramenta a usar, a sua altura, a sua rotação e o seu avanço;
- Informações relativas à quantidade de stock deixada.
- O cone – É um componente móvel, que permite apertar a ferramenta, sendo depois é encaixado na máquina. Estes cones podem ter muitas variedades, daí a importância de ler as folhas dos programas para saber qual o cone indicado a usar. A figura 5, demonstra o cone de alta rotação, que por norma é usado para ferramentas de diâmetros inferiores a 2mm inclusive. É muito usado em postiços ou zonas moldantes onde seja requerido raios muito pequenos.



Figura 5. Cone de alta rotação

Nesta fase, nem sempre se usa com precisão o que vem escrito na folha, uma vez que é o cálculo feito pelo programa que determina a altura de ferramenta e se é necessário um alongador ou não. Por vezes, a altura standard da ferramenta que está na base de dados não é exatamente a mesma da ferramenta, pois existem vários vendedores e nem sempre têm todos as mesmas medidas standards.

Desta forma, é fulcral averiguar se é necessário utilizar um alongador ou não, pois o uso do mesmo pode propiciar a existência de uma maior vibração da ferramenta.

Relativamente à rotação e avanço nem sempre se usam os valores indicados, isto porque nem sempre é o mesmo tipo de aço que se maquina. Além disso, há que ter em atenção a forma como a peça está fixa, deixando-se ao bom senso e experiência do operário a rotação e avanço ideais a usar em cada caso específico.

Em muitos casos é necessário rebaixar a ferramenta a usar, visto que pode ir maquinar ou fazer tangentes em paredes a direito. Nem todas as ferramentas têm um corpo com igual diâmetro da ferramenta.

Para se perceber melhor onde se vai maquinar e fazer o quê, existe um computador onde se pode abrir a peça em questão, visualizar os programas, perceber o seu trajeto e o que vai o programa fazer. Tudo isto é muito importante porque em peças com várias posições existem programas que terão de ser tangentes ao maquinado em outras posições e aqui convém ter todo o cuidado para que tudo dê certo.

Por último, apresenta-se imagens referentes ao trabalho de uma máquina CNC, a maquinar postigos em 2 superfícies diferentes. Na primeira está a maquinar os postigos que estão assentes numa mesa magnética, enquanto que está a maquinar numa mesa de senos, mesa esta que permite maquinar peças dando ângulo à mesa. Isto é uma forma de contornar a limitação dos 3 eixos da máquina.

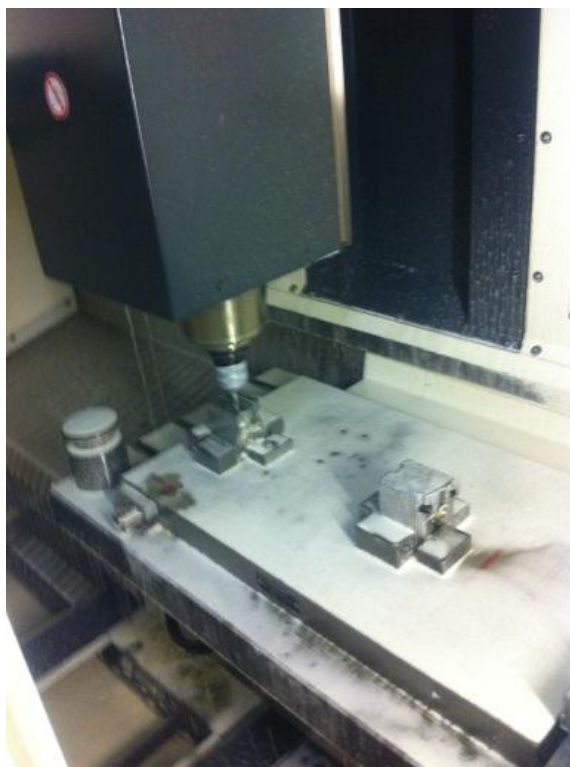


Figura 6. Máquina CNC a maquinar postigos numa mesa magnética



Figura 7. Máquina CNC a maquinar numa mesa de senos

3.4. Programação

Tendo já passado pela bancada e depois pela produção, eis que chega a altura de perceber como tudo é feito e programado, para que na produção tudo corra sem incidentes e o melhor e mais rápido possível.

Na programação o programa usado é o WORKNC, programa bastante evoluído e pensado para ser prático, rápido e funcional.

Por norma tira-se uma imagem por posição da peça a ser maquinada (Figura 8), ou seja, a página antes dos programas corresponde à posição em que a peça vai ser maquinada. Nesta página aparecem as dimensões finais da peça, a informação relativa ao molde e número de peça e também o seu centramento. Por norma será X e Y ao centro e Z=0 no topo da peça, mas caso não seja assim as informações são dadas nesta página.

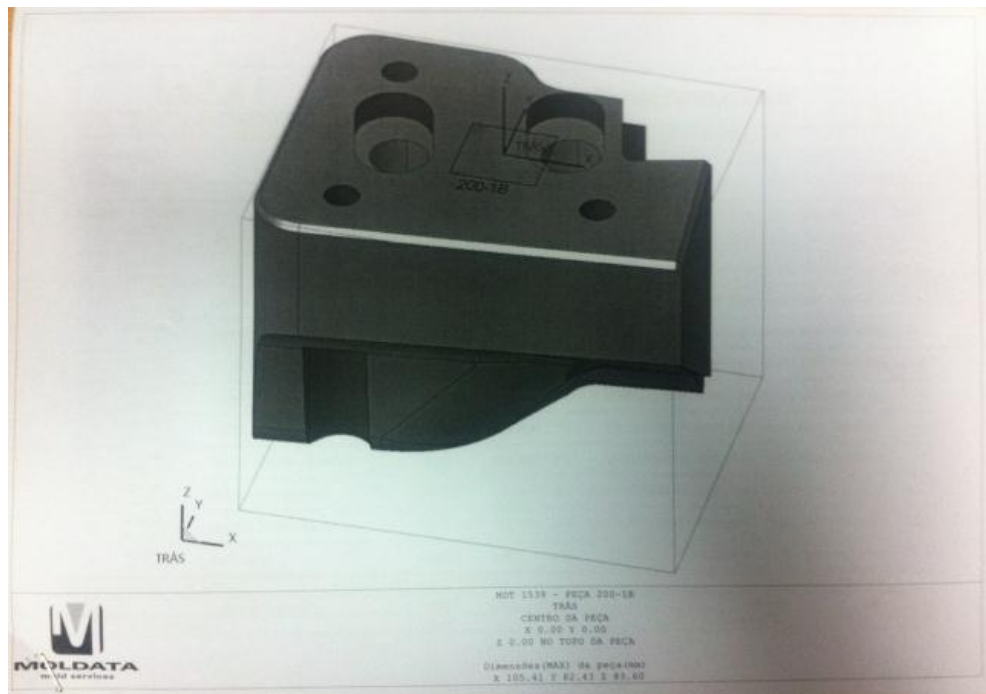


Figura 8. Página principal das folhas dos programas

As páginas seguintes (Figura 9) contêm os programas de maquinação da peça e as respetivas informações relativas à ferramenta, altura, cone a usar, rotação, avanço e incremento da ferramenta, além do tempo que cada programa na em princípio irá levar.

Aqui é importante ter em atenção as alturas e os cones que pedem nas folhas, isto porque as alturas, os cones e a cabeça da máquina em questão entram nas contas do programa para dar o valor da altura da ferramenta para que não exista nenhum acidente.

Página Documentos de Produção

4 de 3

Lista de Programas

Zona de trabalho: D:\NC3_2123\MDT1539200-1B6

Máq. CNC: MOL DATA

DEADATE

Gerado: 04/03/17 04:38

Programador: JOSE CAM-3

Projeto: 1539200-1B

Data

Tempo de Montagem

Tempo de Cálculo

Análise de Montagem

DRAS

Endereço	Ficheiro	Descrição Ferramenta	T. Ferramenta	Dim. R.C.	Compr.	Suprimento	Stock	Passo	Vel.	Ret.	Av.	Td.	Tempo	
1	1539200-1B01.H(T)	DESH. RAPIDA TOP P/ TEMPERADO	1 Plana Rø	16.00	1.00	85.6	C01D72L110M6	0.200	0.000	0.100	2400	0.010	18.00min	
2	1539200-1B02.H(T)	ACABAMENTO	1 Plana Rø	16.00	1.00	85.2	C01D72L110M6	0.000	0.001	0.100	2000	0.010	30.00min	
3	1539200-1B03.H(T)	DESHASTE	1 Plana Rø	8.00	0.50	7.5	C01D72L110M6	0.100	4.000	0.000	3000	0.010	12.00min	
4	1539200-1B04.H(T)	DESHASTE	1 Plana Rø	8.00	0.50	42.4	C01D72L110M6	0.100	4.000	0.000	3000	0.010	08.00min	
5	1539200-1B05.H(T)	ACABAMENTO DE PLANOS	1 Plana Rø	8.00	0.50	7.7	C01D72L110M6	0.000	1.500	0.000	5000	0.010	3.00min	
6	1539200-1B06.H(T)	ACABAMENTO DE PLANOS	1 Plana Rø	8.00	0.50	8.7	C01D72L110M6	0.000	3.500	0.000	5000	0.010	4.00min	
7	1539200-1B07.H(T)	FREZE DE RIPA - PAREDES	1 Plana	12.00	0.00	7.5	C01D72L110M6	0.010	0.001	0.000	2000	7.00	0.010	1.50min
8	1539200-1B08.H(T)	FREZE DE RIPA - PAREDES	1 Plana	6.00	0.00	8.5	C01D72L110M6	0.010	0.001	0.000	4000	7.00	0.010	7.00min
9	1539200-1B09.H(T)	BURIL 4 NAVALHAS	1 Plana Rø	6.00	0.30	42.4	C01D72L110M6	0.100	1.000	0.050	3000	0.010	2.00min	
10	1539200-1B10.H(T)	BURIL 4 NAVALHAS	1 Plana Rø	6.00	0.30	42.3	C01D72L110M6	0.000	0.001	0.050	3000	0.010	1.00min	
11	1539200-1B11.H(T)	RISCADOR	1 Esférica	0.20	0.5	0.5	C01D72L110M6	0.000	0.001	0.000	2500	0.010	2.00min	

Composto PPs: 12.3 42.2 12.3 12.4

Tempo Total: 08.40min

Ficheiro:	1539200-1B_01.h(T)												
Endereço	T	Descrição Ferramenta	Dim	R.C.	Compr.	Suprimento	Stock	Passo	Vel.	Ret.	Av.	Td.	Tempo
12.3	1	PONTEADOR	10.00		1.40	C01D72L110M6	100.000						0.00min

MDT1539200-1B-ome.hus

04/03/2017

Figura 9. Página com os programas e informações necessárias

Quando chega um projeto novo para se programar é preciso, antes de começar, ver a designação dada pelo cliente, ver todas as especificações que os desenhos podem conter, pois por vezes estão lá alterações ou tolerâncias que não constam nas cotas dos desenhos (Figura 10).

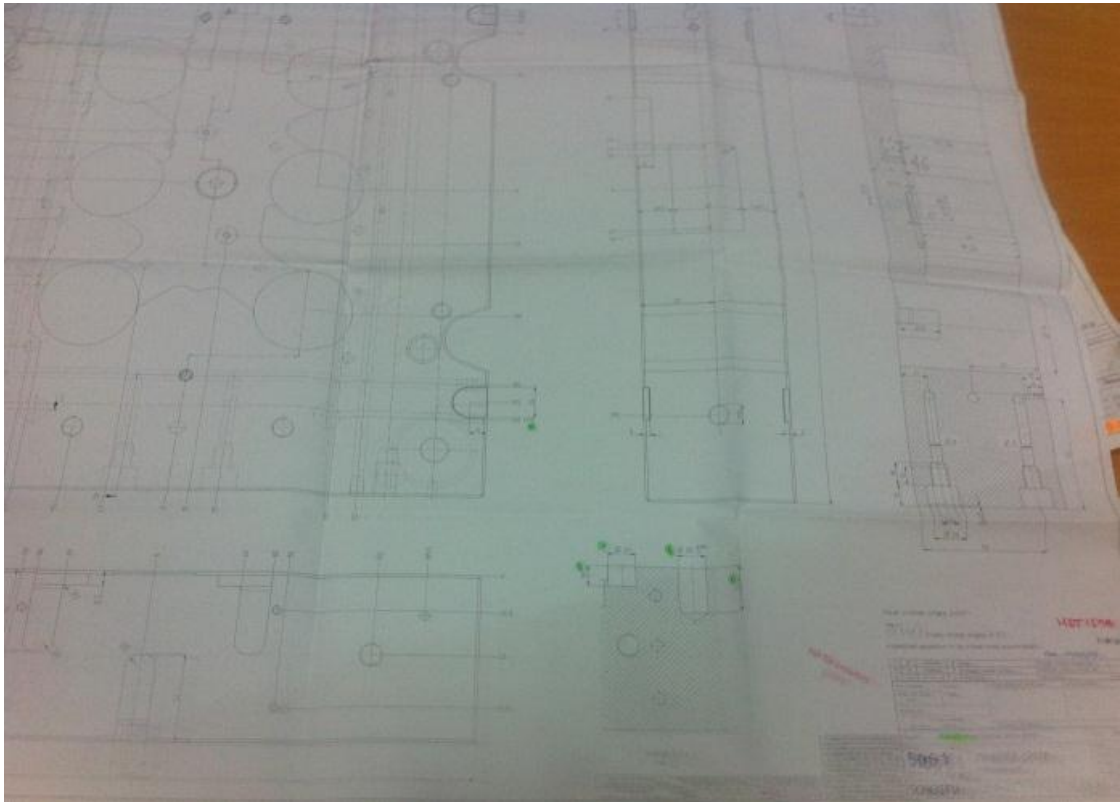


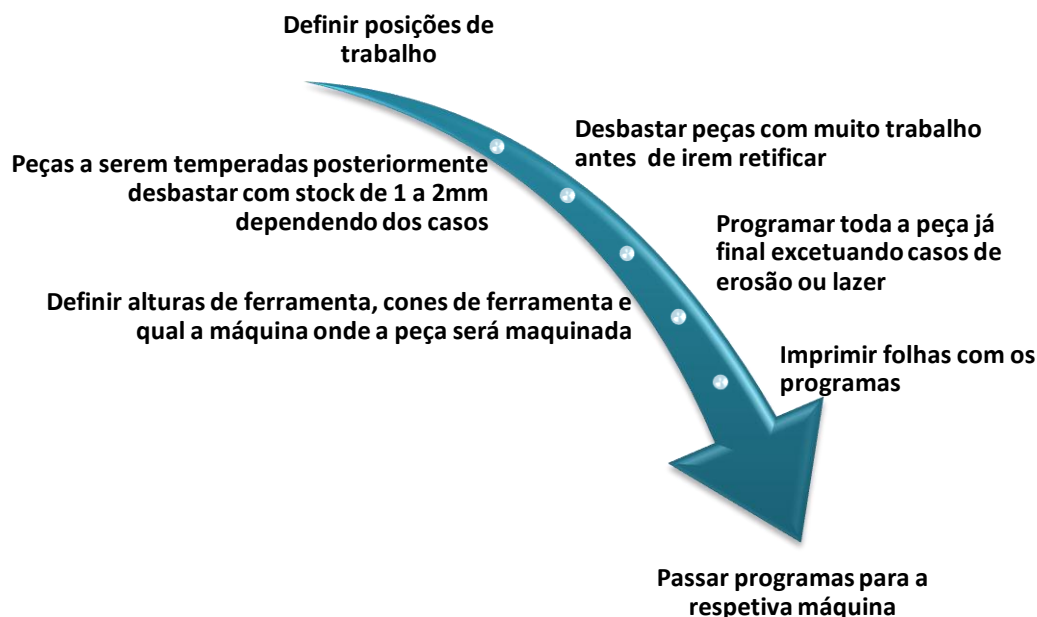
Figura 10. Exemplo de um desenho cotado

Em seguida é preciso ter em conta que muitas das peças de maiores dimensões necessitam de ser desbastadas para depois irem ser retificadas, uma vez que só depois desta etapa podem ser acabadas.

Outra situação semelhante prende-se com as peças que necessitam de levar algum tipo de tratamento térmico. Neste caso é aconselhável deixar um valor de stock superior ao habitual para jogar pelo seguro, pois é possível que exista algum deslocamento aquando do tratamento efetuado. Os tratamentos mais usados são a têmpera, principalmente para peças que vão ser usadas em fundição injetada. Muitos dos tratamentos a ser dados às peças são por ordem dos clientes tendo em vista o tipo de molde que querem e se vai ser para grandes, pequenas ou médias tiragens.

De uma forma geral, o trabalho na programação compreende a execução de 7 etapas, sendo elas:

Quadro 5. Etapas a seguir na Programação



3.5. Controlo Dimensional

Esta secção é recente na empresa e visa dar resposta ao crescimento e desenvolvimento necessário para competir no seio empresarial e também melhorar a sua produção.

O nome mais correto a usar será metrologia, isto é a ciência da medição e suas aplicações. Dentro deste sector existe o controlo dimensional, um dos primeiros passos para caminhar para a perfeição do produto final. Pela definição, controlo dimensional é o método para eficientemente verificar as características dimensionais de peças, subconjuntos ou equipamentos completos, tendo como principal objetivo garantir a montagem e o funcionamento das peças [Domingues, 2013:23/24].

Para fazer controlo dimensional existe um braço mecânico que possibilita a medição ao pormenor das várias dimensões das peças, nomeadamente paralelismos, perpendicularidades, planicidades, diâmetros, distâncias, mas acima de tudo a sua grande arma é o controlo dimensional das peças. Assim, através deste braço é possível medir onde as ferramentas foram mais ou menos eficazes, por outras palavras, onde está mais ou menos aco ou se está na cota.

Para tal, a primeira coisa a ser feita é calibrar o braço, que se traduz numa pequena operação que se efetua rapidamente. De seguida é necessário importar o ficheiro CAD da peça para o programa do braço (POWER INSPECT), depois escolhe-se, se possível, 3 planos correspondentes aos eixos X, Y e Z para se tirar o alinhamento da peça, ou seja, dizer ao programa qual a posição da peça em relação ao braço. Posteriormente, efetuam-se várias

medições com o braço para descobrir erros ou apenas confirmar se está tudo bem com as dimensões da peça.

Isto tudo torna-se importante porque permite descobrir se existiu algum erro de programação ou de produção, permite ainda confirmar muitas vezes se a máquina onde foi produzido está a funcionar bem. Por exemplo numa CNC de 3 mais 2 eixos, consegue-se saber se a peça está correta ou não isto porque pode acontecer que a mesa da máquina empene, ou a própria cabeça derivada de pancadas que por vezes possam existir. Também aquando da rotação da cabeça para determinado grau se consiga perceber se ela está empenada ou não.

O controlo dimensional é, também, importante pois garante que a peça seja entregue ao cliente sem defeitos e/ou erros.

Há a salientar que o braço usado para o controlo dimensional é um braço da FARO – EDGE (Figura 11), com ponteira esférica. Este tem cerca de 1 metro de comprimento.



Figura 11. Braço da FARO – EDGE

3.6. Interação com Outros Meios e Recursos

A interação com todos os meios e recursos envolvidos na produção de um molde é importante para perceber como é feito todo o trabalho e como se encadeia tudo o resto, desde os parafusos, erosão, retificação, polimento, tratamento térmico, guias e acessórios necessários.

Começando pelo trabalho de erosão, a empresa neste momento não possui máquinas para fazer esse trabalho e então subcontrata o serviço. Na erosão faz-se sobretudo acabamentos de zonas moldantes, zonas de justamento, redução de raios e abertura de ribs, isto porque ou é de todo impossível de maquinar obtendo bons resultados ou porque o tempo que levaria a fazer não compensa e fica menos dispendioso erodir, além de se tornar mais rápido.

Outro trabalho também bastante importante e que não é feito na Moldata prende-se com o polimento das peças. Este trabalho tende a deixar um acabamento na zona moldante mais perfeito. Acima de tudo disfarça diferenças que possa haver entre acabamentos ou diferenças da erosão por esta estar mais profunda.

A retificação de peças e galgamento também não é feito na Moldata, apenas a retificação de peças de pequenas dimensões.

Em termos de tratamentos térmicos quando são necessários a empresa dirige-se a uma empresa especializada e certificada para isso.

Tudo o que vá desde guias, parafusos, ou outros acessórios são encomendados noutras empresas da área que os fabricam.

Ao nível das gravações, quando são gravações de entrada e saída de águas e óleos, estas normalmente são feitas na empresa. Contudo, se forem gravações para aparecerem na peça(s) a injetar, por norma são gravadas a laser. Existe também a possibilidade de ser feito à erosão, mas isto já requer gravações mais simples e curtas.

Conhecer bem o meio que envolve os moldes é importante para se perceber que um “simples” molde já mexe com muita coisa em seu redor.

4. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO: METROLOGIA NOS MOLDES

4.1. Breve Contexto Histórico

O Homem e a Metrologia dependem mutuamente desde os tempos primitivos, pois desde a sua existência o homem sempre procurou perceber e conhecer a realidade que o envolvia, recorrendo a medições.

Numa altura em que os recursos eram inexistentes, o homem fazia uso dos fenómenos naturais para medir o tempo. Assim, a cada rotação do sol em torno da terra fazia corresponder um dia e o início e termo de cada ciclo lunar deu origem ao calendário, às várias semanas e meses do ano. A medição do tempo permitiu, ainda, ao homem perceber a existência de um ciclo anual, que correspondia às quatro estações do ano sucedidas. Ainda nesta altura, que correspondia ao nomadismo, a distância entre dois pontos no espaço era calculada pela contagem dos dias de marcha, e mais tarde pelos dias de cavalgada [Cruz, 2009].

Depois de se apropriar destas unidades de medida, o homem passou a recorrer, também, a instrumentos rudimentares como varas e pedras ou mesmo a partes do seu corpo, como as mãos e pés para efetuar medições (Ibidem).

As medições realizadas eram conscientes e intencionais, uma vez que o homem fazia uso de ferramentas para comparar, através de medições, pequenos ou grandes objetos, tendo a particularidade de serem medidos por uma determinada dimensão de referência.

Nos dias de hoje, a metrologia “tem como principal objectivo garantir que se medem valores de determinadas grandezas que são reprodutíveis e que são semelhantes internacionalmente” [Sousa, 2010:4], sendo, para tal, necessário definir unidades de medida, criar padrões e, ainda, comparar as ferramentas de medição com os padrões criados.

4.2. Conceito de Metrologia

A definição do conceito de metrologia gerou polémica na comunidade científica, pois as opiniões dos especialistas divergiam. Uns afirmavam que a metrologia constituía um “domínio dos conhecimentos relativos à medição”, enquanto que outros entendiam-na como “um conjunto de técnicas que «assessoravam» a instrumentação” (Ibidem).

Todavia, não podemos entender a metrologia como um domínio do conhecimento dentro da instrumentação, mas sim como uma ciência, embora recorrendo a outras ciências para se complementar e fundamentar.

Neste sentido, Guedelha e Lourenço [1999:9] definem a metrologia como “a ciência e a arte de fazer medições, e compreende tudo o que respeita ao processo como é feita, abrangendo os instrumentos utilizados, o local e o próprio manipulador envolvidos na medição.”

Desta definição ressalta-nos o facto de a metrologia ser uma ciência bastante abrangente, composta por vários domínios, tais como:

- As unidades de medida e às unidades padrão, desde a sua criação, reprodução, conservação e transmissão;
- O processo, execução, estimativa da exatidão e incerteza das medições;
- As propriedades dos instrumentos ou aparelhos de medição, tendo em conta o ponto de vista do fim a que se destinam;
- As qualidades dos seus operadores.

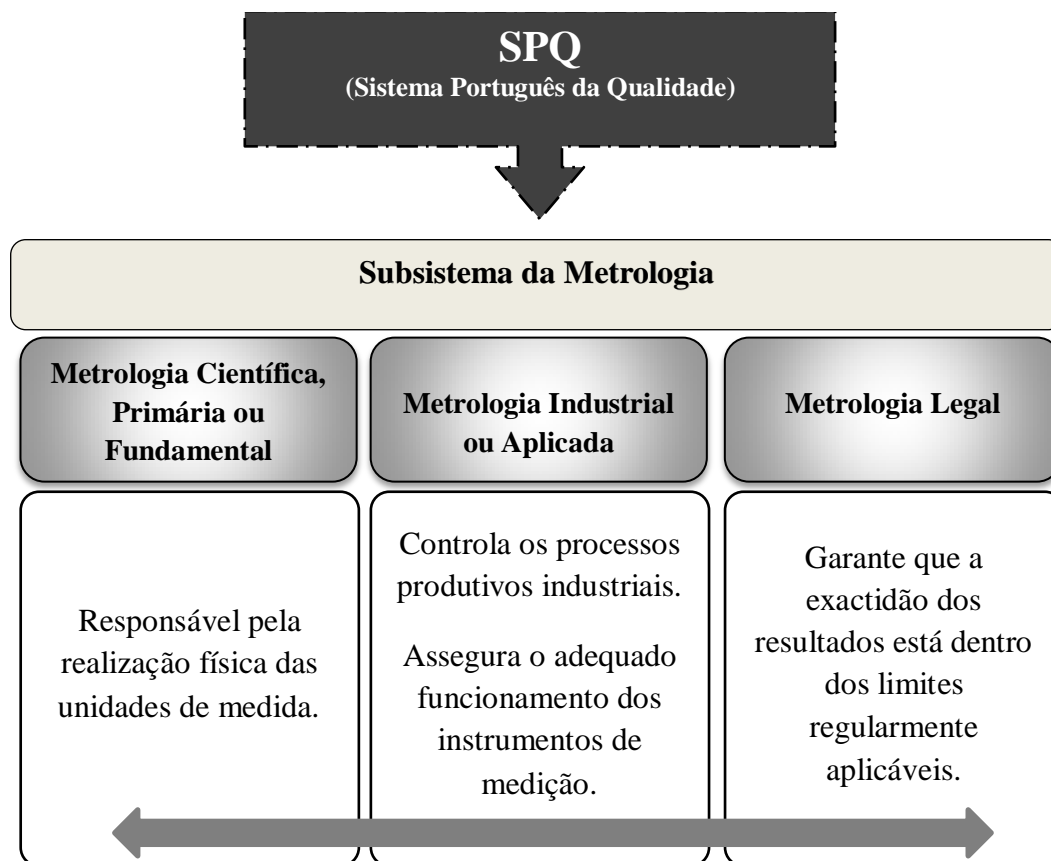
Os mesmos autores referem-se à metrologia como a “interciência das ciências experimentais” (Ibidem), pois as suas leis e fundamentos podem ser aplicáveis a outras disciplinas e a evolução científica depende muito do que as ciências lhe dão e dela recebem.

De uma forma global, pode afirmar-se que “a metrologia envolve todos os problemas, tanto teóricos como práticos, relativos às medições, qualquer que seja a sua exactidão, abrangendo os instrumentos utilizados, o local onde são realizadas e o próprio observador” (Idem).

4.3. Domínios de Atividade da Metrologia

A metrologia pode ser aplicada em três campos de atividade, com estatutos e características diversas, sendo eles:

Quadro 6. Domínios de Atividade de Metrologia



4.3.1. Metrologia Científica, Primária ou Fundamental

Este domínio de atividade recorre a instrumentos laboratoriais, pesquisas e metodologias científicas, que assentam em padrões de medição estabelecidos a nível nacional ou internacional.

Nas palavras de Sousa [2008:8], a metrologia científica, primária ou fundamental “trata, fundamentalmente, dos padrões de medição internacionais e nacionais, dos instrumentos laboratoriais e das pesquisas e metodologias científicas relacionadas ao mais alto nível de qualidade metrológica.”

A publicação do diploma científico veio a definir as unidades legais para o território nacional. Neste sentido, compete à área científica da metrologia a atualização interna do sistema de

unidades, atendendo às decisões e recomendações internacionais e, ainda, a coordenação da conservação e desenvolvimento dos padrões nacionais.

Em Portugal, estas competências ficam a cargo do Instituto Português da Qualidade (IPQ), nomeadamente através da Direção de Serviços de Metrologia.

Há ainda a salientar que existe garantia de qualidade nos resultados obtidos, uma vez que é feita uma comparação interlaboratorial com outros laboratórios primários. Estes últimos são estruturas executivas no domínio da metrologia científica, cuja conservação e desenvolvimento está confiada aos padrões nacionais, decididos pelo governo. Entre estes, destaca-se o Laboratório Central de Metrologia (LCM) do IPQ, detentor da maior parte dos padrões nacionais [Guedelha e Lourenço, 1999:10].

De uma forma geral, a metrologia científica é uma ferramenta fundamental no crescimento e inovação tecnológica, promovendo a competitividade e criando um ambiente favorável ao desenvolvimento científico e industrial.



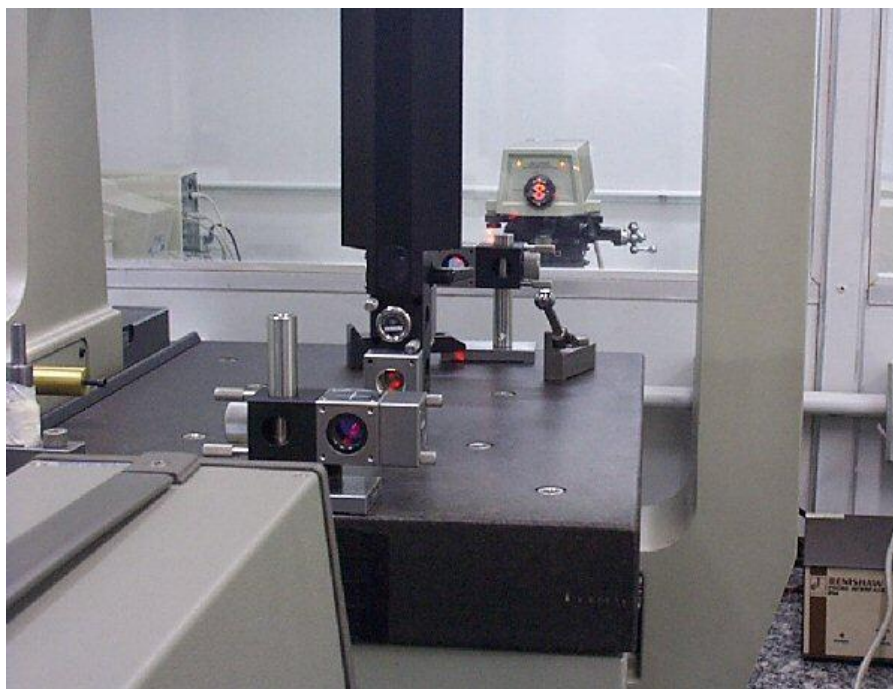
4.3.2. Metrologia Industrial ou Aplicada

Por sua vez, a metrologia industrial ou aplicada visa garantir o desempenho adequado dos instrumentos de medição utilizados na indústria e nos processos industriais e de ensaio.

Assim sendo, a metrologia industrial tem como objetivo “o apoio às actividades de controlo de processo e de produtos, mediante a integração em cadeias hierarquizadas de padrões dos meios metrológicos existentes nas empresas, laboratórios e outros organismos, e à definição dos sistemas de calibração internos” (Idem).

De acordo com Guedelha e Lourenço [1999], prevê-se a criação de um sistema de metrologia industrial de natureza facultativa na legislação metrológica. Assim, ao abrigo desta legislação, o IPQ será responsável por definir os princípios que regerão o sistema.

- Os princípios por que se deve reger a edificação do sistema da metrologia industrial passam, basicamente, pela definição clara dos seguintes aspetos a respeitar (Idem):
- Domínio da metrologia aplicada (comprimento, massa, tempo, etc.);
- Nível de atuação (classes de incerteza);
- Tipo de atividade a desenvolver (calibração de produtos, controlo de processos, etc.);
- Manual de procedimentos (procedimentos, normas, registos, etc.).



4.3.3. Metrologia Legal

A metrologia legal é a área da metrologia que atende às exigências legais, técnicas e administrativas relativas às unidades de medidas, aos instrumentos de medição e às medidas materializadas [Sousa, 2008].



De acordo com Guedelha e Lourenço [1999], o principal objetivo deste domínio da metrologia é o controlo metrológico dos instrumentos de medição regulamentados, mediante o seu acompanhamento, desde a conceção e fabrico até à sua utilização, em domínios como as transações comerciais, saúde, segurança, defesa do consumidor, fiscalização, proteção do ambiente, economia de energia, etc.

O sistema da metrologia legal é constituído por três níveis de atuação central, regional e local, correspondendo às seguintes estruturas:

- O IPQ;
- As Delegações Regionais do Ministério da Economia (DRME);
- Os aferidores de pesos e medidas das Câmaras.

Um determinado instrumento de medida passa a pertencer ao sistema da metrologia legal a partir do momento que sai um regulamento em Diário da República a definir as operações de controlo metrológico e as competências dos organismos na sua execução.



As operações de controlo metrológico são:

- **Aprovação de Modelo**, que corresponde a ensaiar de um modo exaustivo um modelo de aparelho a comercializar, com vista a se concluir se este modelo obedece ou não aos requisitos especificados. As aprovações de modelo são da competência do IPQ;
- **Primeira Verificação**, que corresponde a ensaiar todos os aparelhos a serem comercializados e cujo modelo já foi aprovado. Normalmente, estas verificações são da competência das DRME;
- **Verificação Periódica**, que corresponde a ensaiar periodicamente os aparelhos já com primeira verificação e cuja periodicidade é definida pelo regulamento. Estas verificações são normalmente executadas pelas DRME, pelos aferidores das Câmaras e por organismos com competência (dada pelo IPQ) para o efeito;

4.4. Conceitos de Erros

Toda e qualquer medida realizada pode ser afetada por um determinado erro. Este pode ter origem em diferentes aspetos, tais como a escala mal graduada; a diferença de temperatura entre a peça e o aparelho; leituras não perpendiculares à escala; pressão variável nas peças móveis dos aparelhos; ou ainda pouca prática do operador.

Guedelha e Lourenço [1999] apontam para a existência de 4 tipos de erros, nomeadamente:

Erros Absolutos

Os erros absolutos são representados pela diferença algébrica entre o resultado da medição e o valor (convencionalmente) verdadeiro da grandeza medida. Este tipo de erros aplicam-se à indicação do valor, ao resultado bruto ou ao resultado corrigido.

Erros Relativos

Os erros relativos definem-se pelo quociente do erro absoluto da medição pelo valor convencionalmente verdadeiro da grandeza medida.

Erros Sistemáticos

Os erros sistemáticos traduzem-se como o componente do erro da medição que, em várias medições, se mantém constante ou varia de forma previsível. É de notar que este tipo de erro depende principalmente do operador, das condições ambientais e do equipamento utilizado.

Erros Aleatórios

Estes erros ocorrem quando o componente do erro da medição varia de forma imprevisível, quando se efetuam várias medições da mesma grandeza. Estes erros dependem, essencialmente, do operador e de causas variáveis.

Os erros aleatórios reduzem-se quer melhorando as condições de observação (usando auxiliares), quer melhorando o observador pela prática e reciclagem.

Uma forma de minimizar o efeito dos erros aleatórios é utilizar como medida mais provável a média aritmética das medidas realizadas.

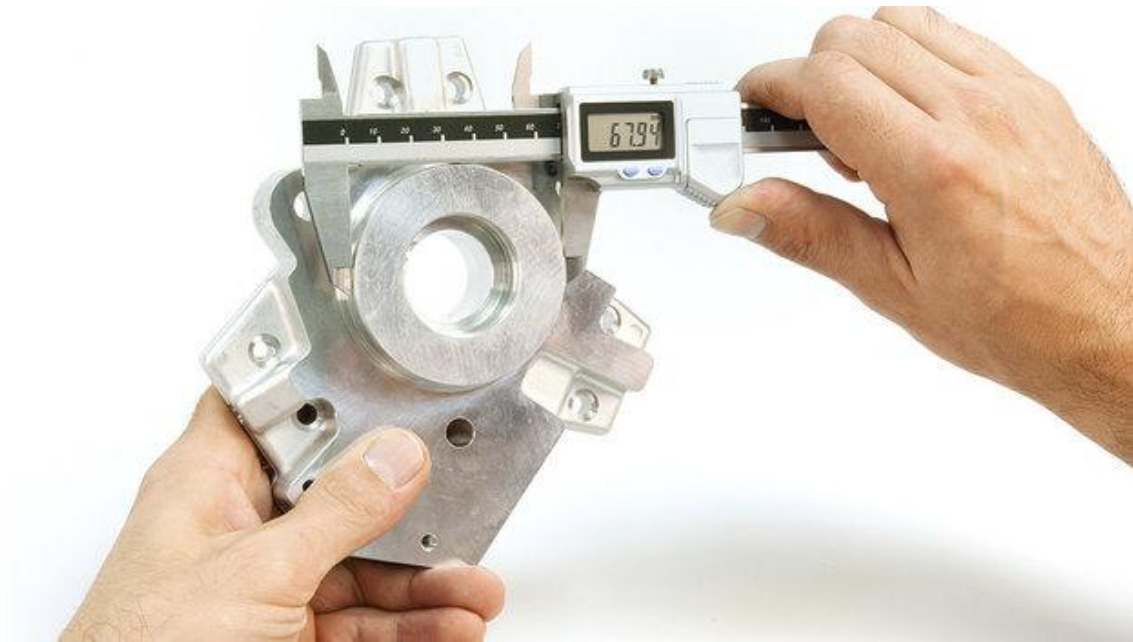


Figura 12. Exemplo de uma medição

Erros Provocados pelo Ambiente

Os fatores ambientes que podem interferir no processo de medição dos materiais dizem respeito:

- às variações de temperatura;
- às radiações solares;
- ao calor provocado pela iluminação;
- à temperatura do aparelho que executa a medição.

Na figura 13 pode-se constatar que as dilatações térmicas afetam o funcionamento dos mecanismos de medição, modificam as dimensões das peças e a sua folga de funcionamento, provocando, assim, erros de medição. Neste sentido, para que se possam comparar resultados de medições efetuadas em alturas ou locais diferentes, é necessário estabelecer uma temperatura de referência.

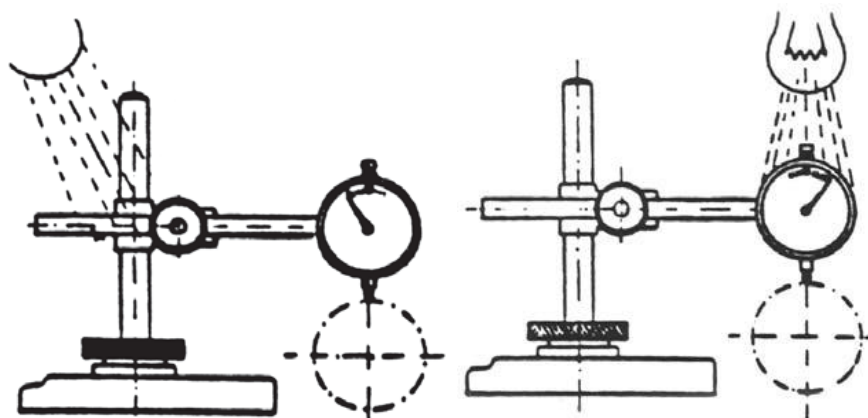


Figura 13. Efeito da temperatura na medição de uma peça

Erros Provocados pelos Aparelhos de Medição

Em norma, os vários aparelhos de medição como apresentados na figura 14 também introduzem erros, apesar das suas tolerâncias, estes não evitam que com o tempo e o uso, vão acusando o uso perdendo a sua precisão. Um exemplo disto será nas medições por contato, onde a peça sofrerá o efeito de uma carga ou pressão de contato, suportando a deformação elástica das superfícies em contato a que está sujeita.

Outra maneira de perceber isto prende-se com a constituição do próprio aparelho que mesmo sendo constituído por um conjunto de peças de precisão estas estarão sempre sujeitas a atritos, desgastes, folgas das articulações, defeitos de formas, e etc..



Figura 14. Aparelhos de medição

Erros Provocados pelo Operador

Estes são os erros mais prováveis de acontecerem, os cometidos pelo técnico de metrologia. Os erros provocados pelo operador devem-se à visão, tato, à sensibilidade do operador ou até ao cansaço do mesmo.

Estes erros podem-se subdividir em erros de paralaxe, onde a leitura do aparelho não é feita da forma correta que pode induzir a erro, erros devido à variação de pressão na utilização, por exemplo usando um micrómetro de espessuras, se não for feito com a mesma pressão os valores estão errados, e por fim erros de má colocação dos aparelhos, dando o exemplo de um micrómetro de profundidades se este não estiver paralelo à profundidade a medir o valor está errado, ou pelo simples fato de estar com lixo por baixo deste.

4.5. Implementação da Metrologia na Moldata

Como foi mencionado anteriormente a metrologia é uma secção nova na Moldata, e foi criada com o intuito de responder às necessidades e exigências dos clientes. Esta surge, também, como forma de poder estar sempre um passo à frente das outras empresas e de tornar a Moldata mais competitiva.

A principal ideia seria ter uma forma de controlar dimensionalmente certas peças exigidas pelos clientes e que fosse de confiança e certificada, pelo que se investiu num braço da FARO – EDGE.

Esta seria a grande função do braço, mas ao perceber as suas capacidades existem várias funções para o qual se tornará importante, tais como o controlo de zonas moldantes e de justamento, controlo de peças a várias tolerâncias pedidas pelo cliente, resolução de vários problemas que podem ocorrer com algumas peças, comparar peças, ajudar a decifrar problemas em moldes onde a injeção está a dar problemas, entre outras coisas.

4.5.1. Etapas de Preparação para um Controlo Dimensional

Para realizar um controlo dimensional a qualquer peça é preciso seguir alguns passos. Em primeiro lugar, é importante obter o respetivo ficheiro 3D da peça em questão para se usar no programa. É importante também ter em mão o desenho 2D cotado, em papel ou em ficheiro, pois existem zonas com importantes cotas e convém saber quais são.

Depois de ter os desenhos, normalmente em peças de tamanho médio ou pequeno, o braço deve estar preso num suporte metálico magnetizado para que não mexa. Quando se tratam de peças pequenas é importante que estejam fixas para não haver risco de ocorrer erros de medição. Para as peças de grandes dimensões magnetiza-se o braço na própria peça de modo a conseguir a maior área de controlo possível.

Depois de ter a peça e o braço em posição de fazer o controlo, é de extrema importância calibrar o braço antes de efetuar qualquer medição. Para tal existe um suporte metálico onde se magnetiza ou na peça ou em algo para se poder calibrar o braço. Tendo o braço calibrado está tudo pronto para começar a controlar a peça.

O primeiro passo a fazer é dar a posição da peça em relação ao braço. Para tal se possível seleciona-se no 3D um plano a direito em X, Y e Z (como se pode perceber pelo exemplo da imagem 15), onde vamos dar entre 3 a mais pontos se assim se quiser. Caso não haja a possibilidade de ter um plano a direito para tirar os pontos é possível então usar um alinhamento por pontos, apenas dando vários pontos em sítios estratégicos em toda a volta da peça mais ao menos nos 3 eixos para assim ter uma posição mais exata da peça.

É importante que seja em ambos os sentidos de cada eixo para que a peça fique centrada e não se dê o caso de existir um plano com excesso de aço e então estarmos a centrar a peça por uma parede assumindo estar perto da cota. Isto irá originar que ao controlar a peça nos dê valores deslocados, querendo com isto dizer que uma parede está dentro da cota e outra oposta está com excesso de aço.

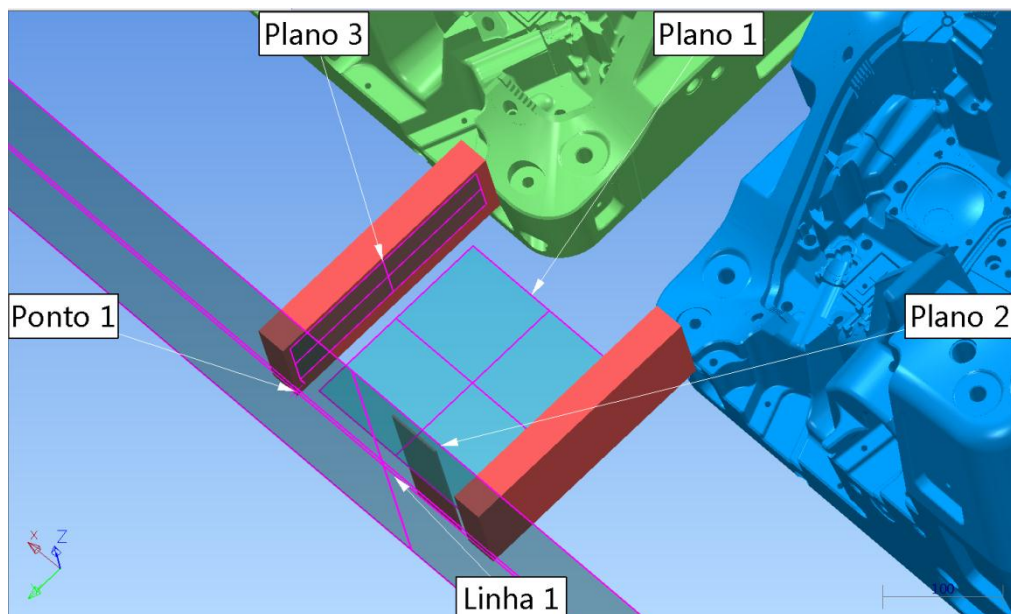


Figura 15. Planos dos eixos X, Y e Z para obter a posição relativa ao braço

Feito isto, falta dar o centramento da peça em relação ao 3D. Para tal, obtemos uma linha que seja resultante de 2 dos planos e um ponto onde os 3 se intersetem, damos as cotas do ponto no 3D, como se pode ver em exemplo na imagem abaixo (figura 16), damos o alinhamento e obtemos então o 3D em concordância com a peça .

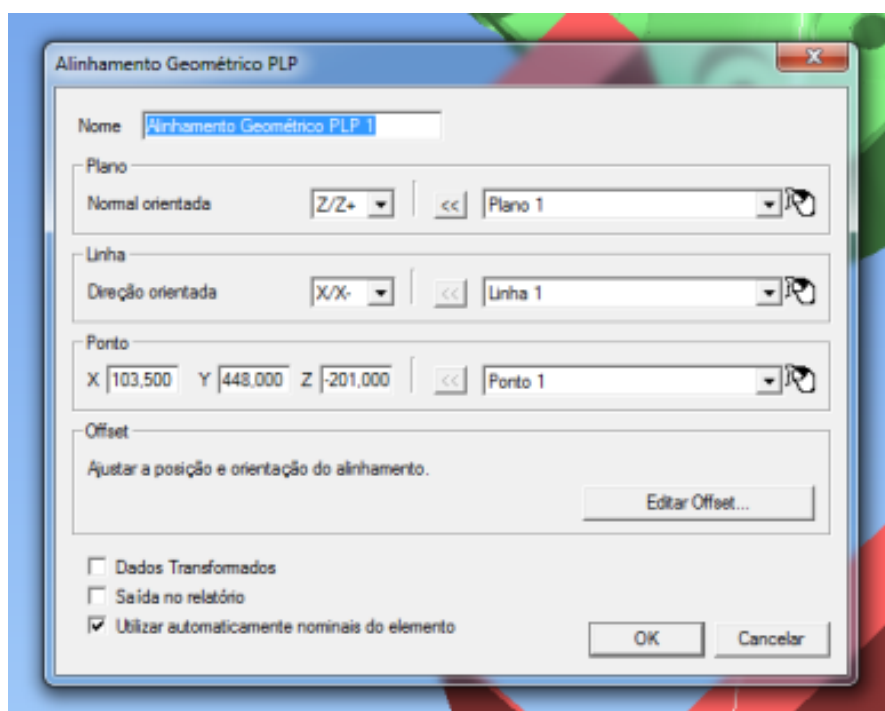


Figura 16. Alinhamento Geométrico

É de referir que antes de começar toda a medição, é de grande importância saber o tipo de material a medir a apurar a sua temperatura, isto porque o programa permite inserir estes dados para os valores apurados serem os mais exatos possíveis. Na figura a baixo (figura 17) pode-se observar como é possível indicar o valor da temperatura e o tipo de material ao qual corresponde um coeficiente de expansão.

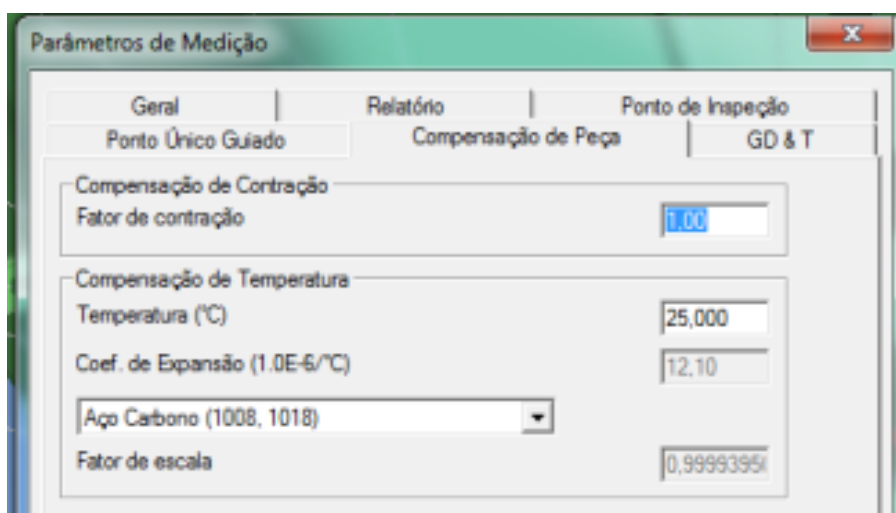


Figura 17. Seleção de parâmetros de medição

Para ter uma medição mais exata devemos escolher algo que seja dado como referência ao braço ou seja a partir desse ponto, furo, plano o que seja, isso será a sua referência zero. Por hábito e de forma a trabalhar bem deve se ir a uma guia ou a um pinolo, isto porque toda a maquinação foi efetuada tendo como referencia uma das 2 ou ambas. Efetuando isso centra-se a peça em X e Y ficando a faltar em Z, neste caso se existir no topo algo retificado ou simplesmente um plano onde se tenha a certeza que ali se pode ter como referência Z 0.

Tendo a peça desempenada e centrada é seguir com o controlo dimensional. O controlo pode ser feito por várias formas, picar em qualquer ponto da peça e obter a diferença da peça em relação ao 3D ou seja se tem menos ou mais aço e o seu valor, neste caso por defeito usa-se uma tolerância de 2 centésimas de milímetro tanto para mais como para menos, dentro da tolerância o valor será da cor verde, fora da tolerância, se for mais aço será da cor azul, se for menos aço será da cor verde.

Outra das formas será efetuando um controlo guiado, ou seja seleciono no desenho o que quero medir, se uma guia, um furo, um chão, uma parede, o que seja e depois é tirar vários pontos para poder obter as dimensões do mesmo, depois disto é possível saber paralelismo, perpendicularidades, distância entre planos, diâmetros entre muitas outras coisas.

4.5.2. Controlo de Zonas Moldantes e de Ajustamento

Zonas moldantes de grande proporção e zonas de justamento muito importantes, requerem muitas horas de trabalho e por consequente existe sempre o risco de algo falhar ou não estar totalmente otimizado.

Assim, efetuando um controlo pormenorizado a essas zonas é uma garantia de saber se existe alguma zona que tem aço a mais, ou a menos, se por alguma razão está uma zona em concreto diferente do que seria de esperar.

Outra situação prende-se com as exigências dos clientes, que por vezes pedem que se deixe aço a mais em certas zonas, zonas essas que sendo controladas irá aparecer esse aço a mais e comprovar isso mesmo.

Abaixo (Figura 18) pode-se observar um exemplo de um controlo feito a uma zona moldante, para garantir que está tudo como pretendido e sem problemas.

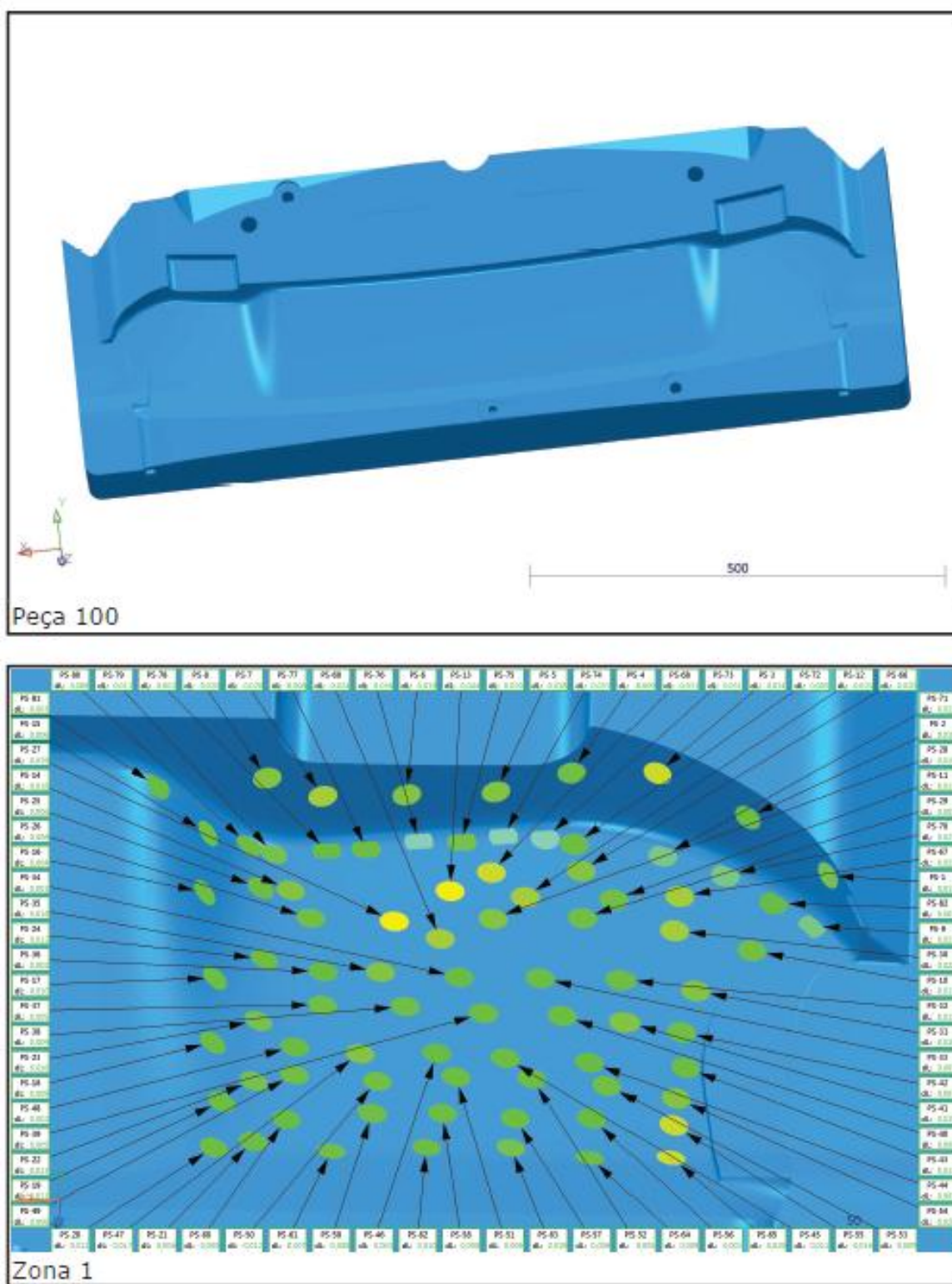


Figura 18. Exemplo de controlo a uma zona moldante

4.5.3. Controlo de Peças a Pedido do Cliente

Existem clientes que pedem que determinadas peças sejam controladas e posteriormente lhes seja enviado um relatório desse controlo. Muitas dessas peças contêm tolerâncias pequenas em muitas cotas, sendo esta uma maneira de a empresa se salvaguardar em como está tudo dentro das tolerâncias e o cliente ter a garantia que a empresa cumpre com o que foi pedido e que a peça se encontra dentro do pretendido pelo cliente em questão.

4.5.4. Resolução de Problemas em Peças

A resolução de problemas em peças das mais variadas formas, problemas no desbaste, problemas na máquina, entre outros, podem acontecer principalmente quando há necessidade de deixar stock para um tratamento térmico ou, por exemplo, quando se vai realizar um acabamento ou pré-acabamento e este não está a retirar o material excedente por igual em toda a peça.

Aqui procura-se saber se a peça ainda está com material a mais em toda ela visto que seja possível que ao desbastar ela tenha sofrido algum movimento e consequentemente tenha sido retirado material a mais em certas zonas.

4.5.5. Comparação de Peças com Outras que não Foram Elaboradas na Moldata

Neste caso o cliente pede para maquinar determinadas peças, peças essas que visam substituir outras iguais. Depois de maquinadas o cliente constata que existem diferenças entre as peças originais e as novas, neste caso efetua-se um controlo detalhado a ambas as peças, procurando a diferença que existe.

4.5.6. Problemas na Injeção do Material

Relativamente a problemas na injeção de material, estes podem ser resolvidos ou simplesmente estudadas, com um controlo feito à zona moldante, bucha e cavidade, para posteriormente se descobrir o problema, se este existir, ou então ajudar a encontrar uma solução para resolver os problemas na injeção do material.

4.6. Resultados Práticos

Com todas as várias possibilidades de utilizar o controlo dimensional da nova secção de Metrologia, agora a empresa está muito mais capaz de otimizar os seus trabalhos, consegue garantir que as peças estão maquinadas dentro das tolerâncias e das especificações pedidas pelos vários clientes.

Neste momento deixa de haver horas perdidas a tentar descobrir o que está incorreto, se ainda é possível maquinar ou não uma peça, por exemplo depois de se ter mexido no desbaste da mesma. Com o controlo dimensional feito pelo braço consegue-se saber tudo isso e assim evitar perder tempo e agir muito mais rapidamente e eficazmente perante estas situações que aparecem ou outras que possam suceder.

A nível de profissionalismo e competência da empresa, consegue-se assim aumentar a mesma dando garantias viáveis de que o trabalho é bem feito com provas reais e certificadas.

Num ramo como o do Moldes cada vez mais é importante a precisão, e tendo ferramentas como esta para ajudar é fulcral para uma empresa se destacar de entre as outras e se tornar uma referência em termos de profissionalismo e qualidade do trabalho feito.

A empresa encontra-se capaz de responder a qualquer eventualidade que surja desde peças que mexam, desde re-maquinações que não estão a bater certo (é preciso confirmar qual o erro, se foi centrada mal antes se depois ou se houve algum problema ao passar o acabamento), ou simplesmente confirmar se as peças estão dentro da tolerância ou então tentar encontrar alguma resolução para problemas que vão surgindo e que através do controlo dimensional se consiga detetar e corrigir.

Existem vários tipos de moldes e como tal cada um tem as suas tolerâncias específicas que são muito importantes para que tudo seja efetuado como projetado. Por exemplo, no excerto do relatório (Figura 19) para uma empresa que faz componentes elétricas, as tolerâncias que eles pedem vão desde a paralelidade e perpendicularidade dos planos e paredes, à largura e comprimento das caixas, aos planos das caixas, posições e diâmetros das guias.

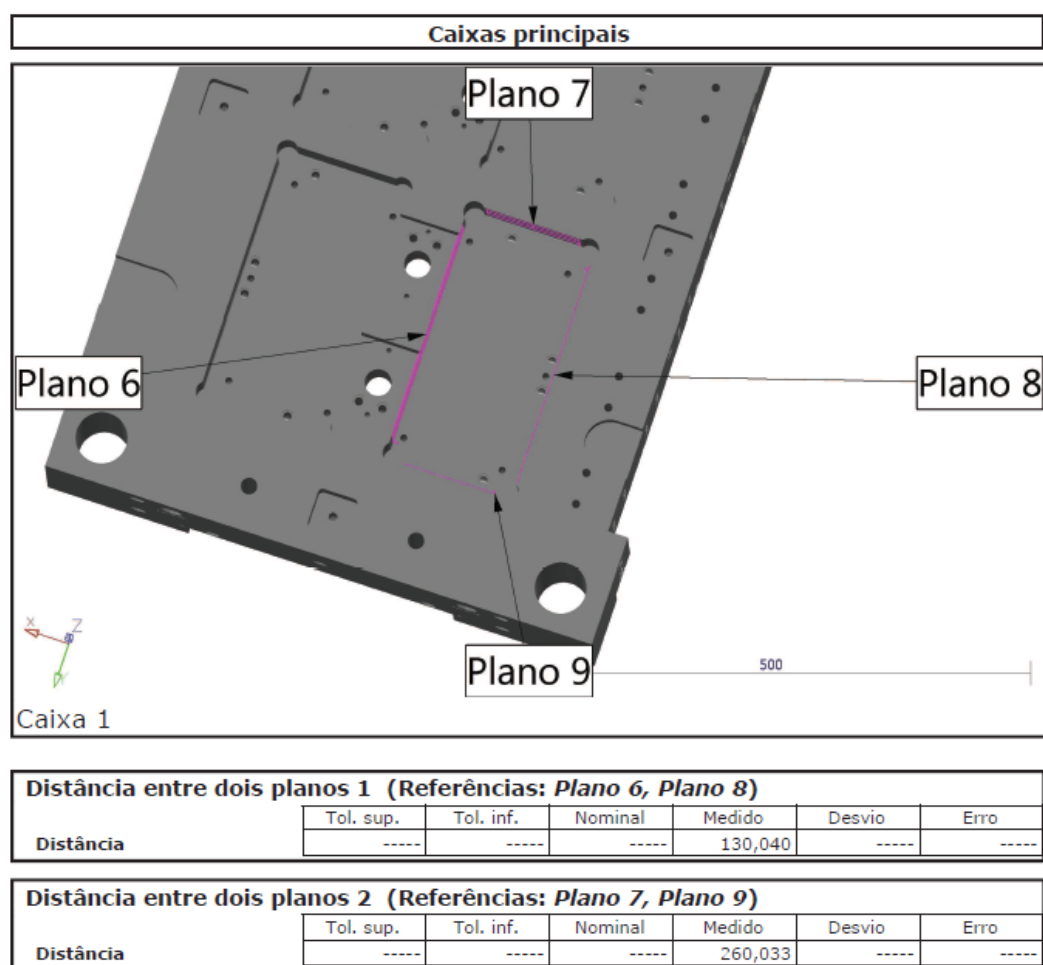


Figura 19. Exemplo de uma medição às dimensões de uma caixa

Neste caso temos um exemplo de uma medição às dimensões de uma caixa de uma peça controlada tal como o posicionamento das guias (Figura 20), isto tudo com a tolerância definida no projeto para verificar se estava tudo em conformidade. Também foi feito um controlo à paralelidade e perpendicularidade de planos e paredes, tudo a pedido do cliente.

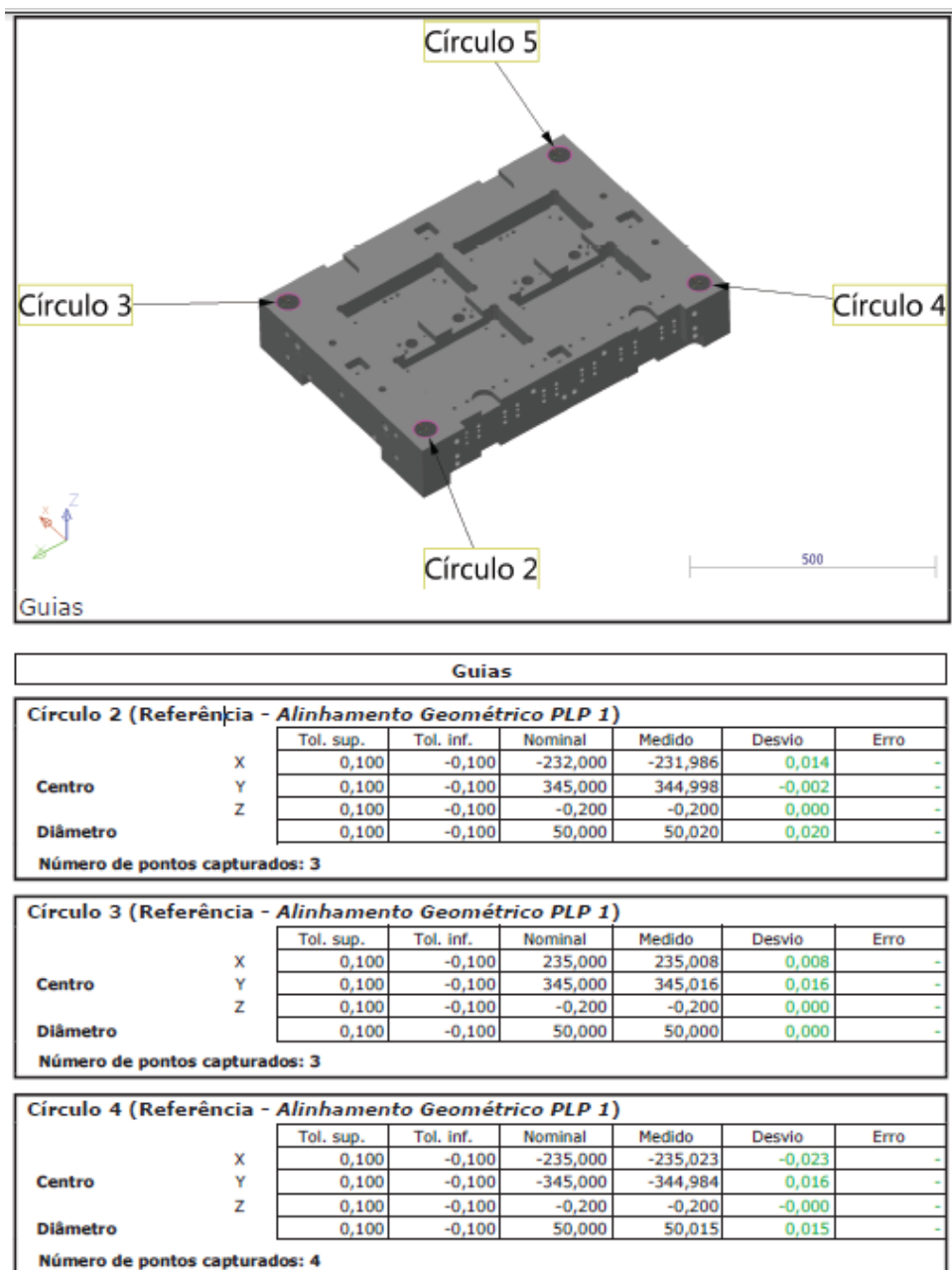


Figura 20. Medição obtida da posição das guias

Outro exemplo prático dos benefícios da metrologia, é neste caso uma comparação entre peças, ou seja, neste caso o cliente pediu que fossem maquinadas 2 peças (Figura 21), e pediu que o produto final ficasse com 0,05mm de aço a mais por lado em toda a zona de justamento da peça e que a zona moldante ficasse final. Efetuou-se o relatório controlando as tais 2 peças em que se pode ver os tais 0,05mm de aço a mais como pedido e a zona moldante acabada (figura 22).

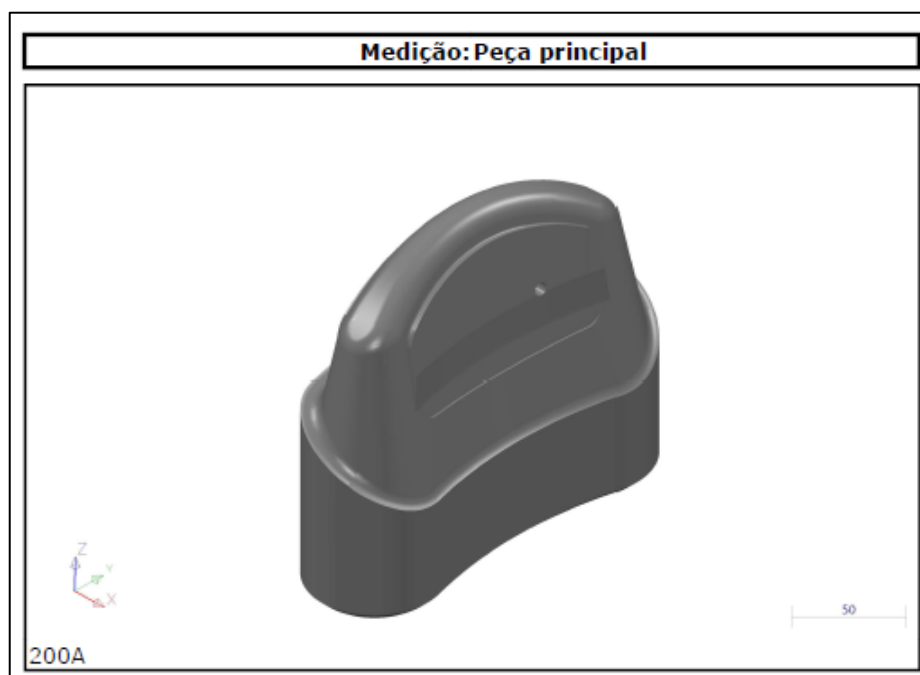


Figura 21. Peças a serem controladas

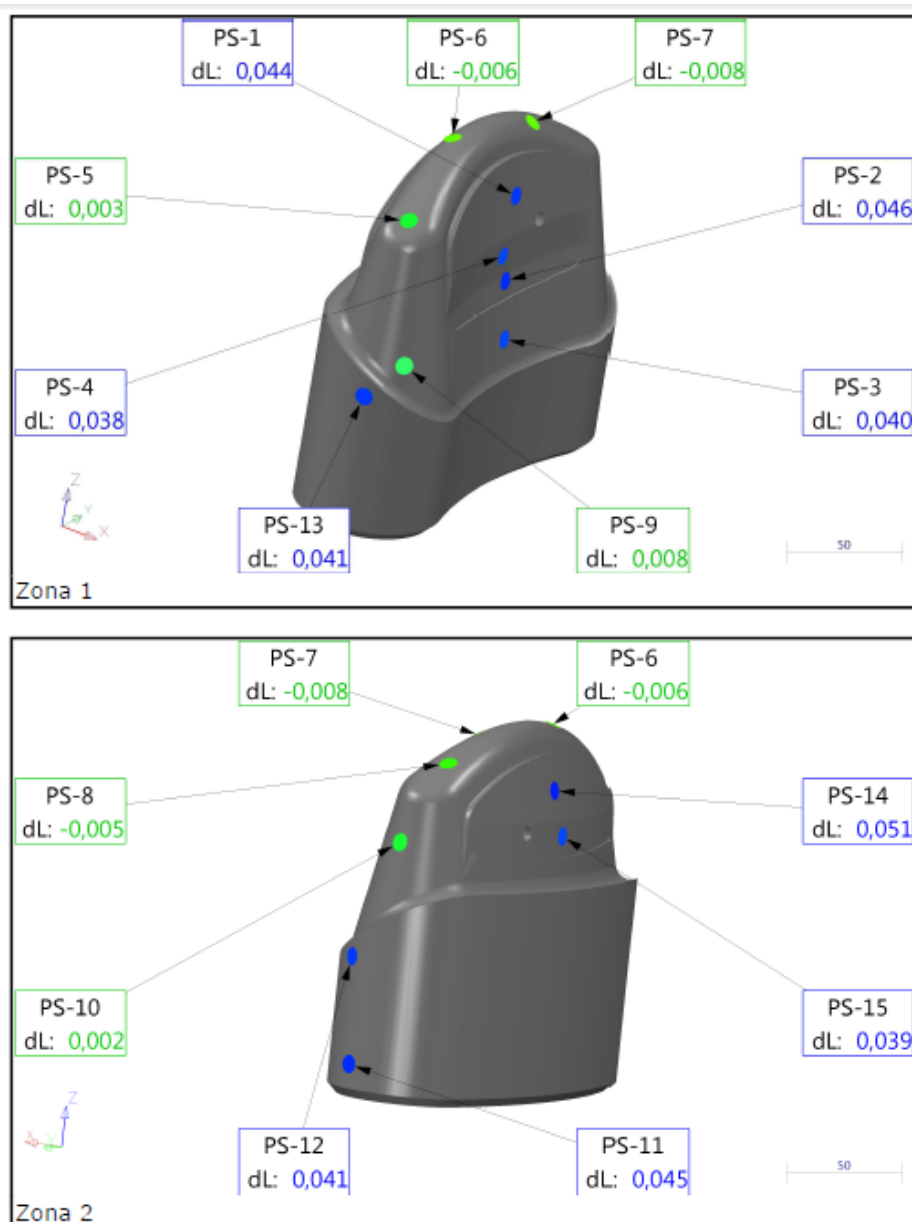


Figura 22. Controlo feito às peças

Passado algum tempo o cliente enviou as peças de volta e 2 iguais originais e pediu para que fossem comparadas e deixássemos as 2 peças recentes iguais às originais. Neste caso exigiu que fosse feito um controlo das peças originais para apurar as suas dimensões reais.

Como se pode ver no relatório (Figura 23), as peças estão com algum aço a menos não sendo bem linear a diminuição das dimensões, isto porque as peças já tinham sofrido vários retoques. Chegou-se a um consenso e remaquinou-se então as peças novas para que ficassem em tudo muito idênticas às originais.

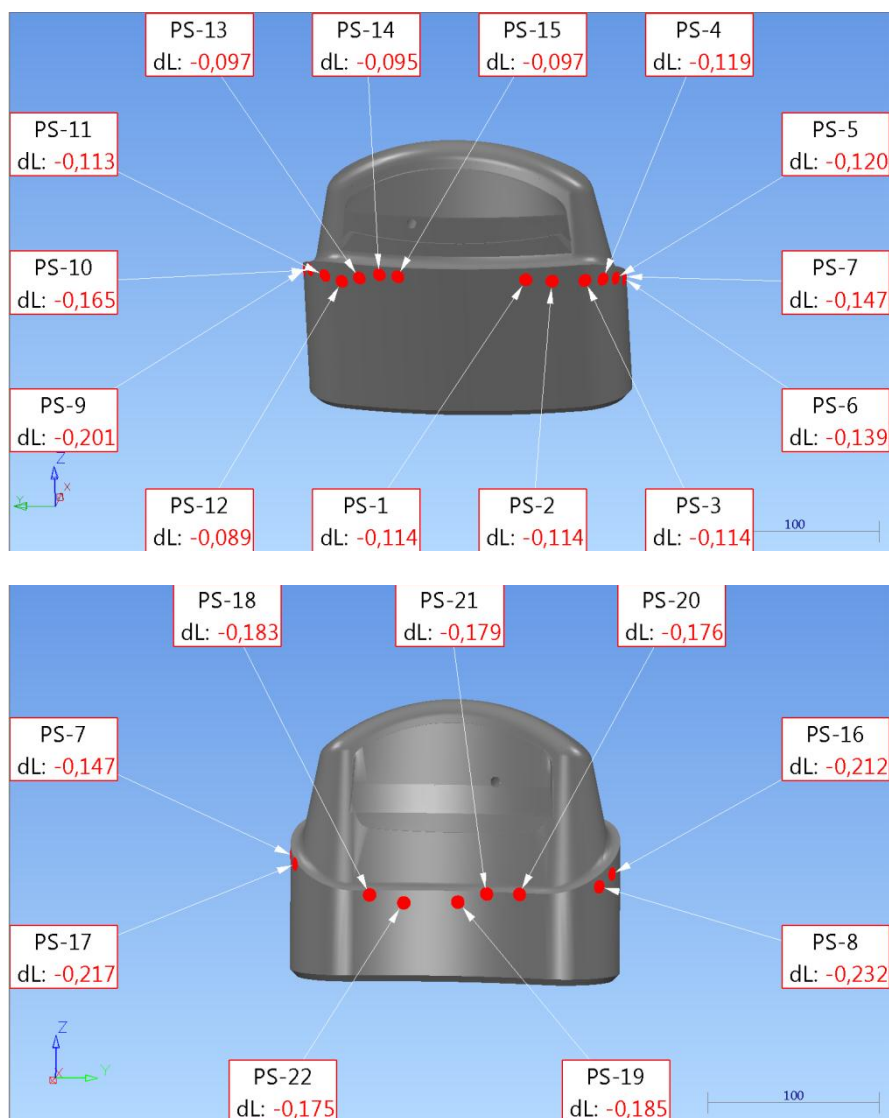


Figura 23. Controlo efetuado às peças originais

Outra situação que foi possível de resolver e apurar algumas respostas foi o caso de um molde para óticas, durante a sua injeção estava a ser injetado mais material de um lado, ou seja, a ótica esquerda estava com mais material, com uma diferença de cerca de 30 gramas.

Para se apurar a razão desta situação e também salvaguardar a empresa em como maquinou tudo bem sem erros, efetuou-se uma medição extensiva tanto ao lado da extração como ao lado da injeção do molde.

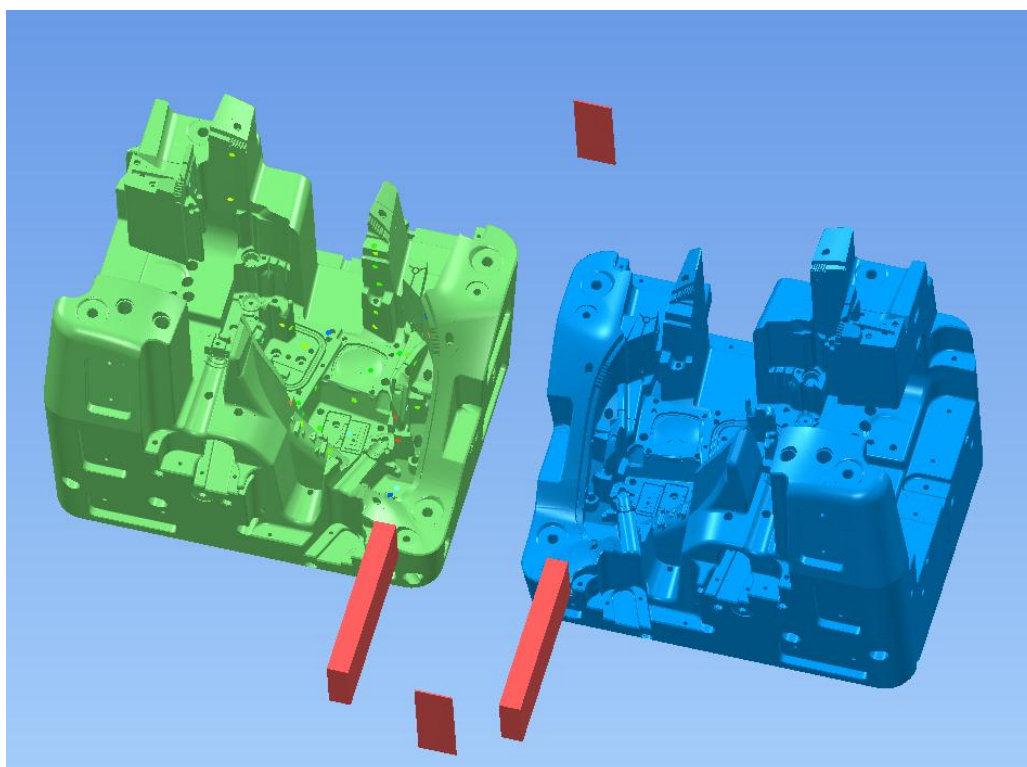


Figura 24. Bucha esquerda e direita (Lado da extração)

Nesta medição do lado da cavidade foi possível observar que ambas estão dentro dos mesmos valores de aço, não existindo assim nada em concreto que contemple a tal diferença de peso a existir.

No lado da injeção como se pode ver na figura 24, existe já algumas diferenças assinaláveis que ao comparar com as peças injectadas se comprova onde está alguma da diferença entre ambas por exemplo nesta zona (Figura 25) ao fazer o controlo dimensional o software diz que existe cerca de menos 0,1mm de aço nesta área específica, algo que em termos reais se verifica também na diferença de espessura entre as peças na mesma zona.

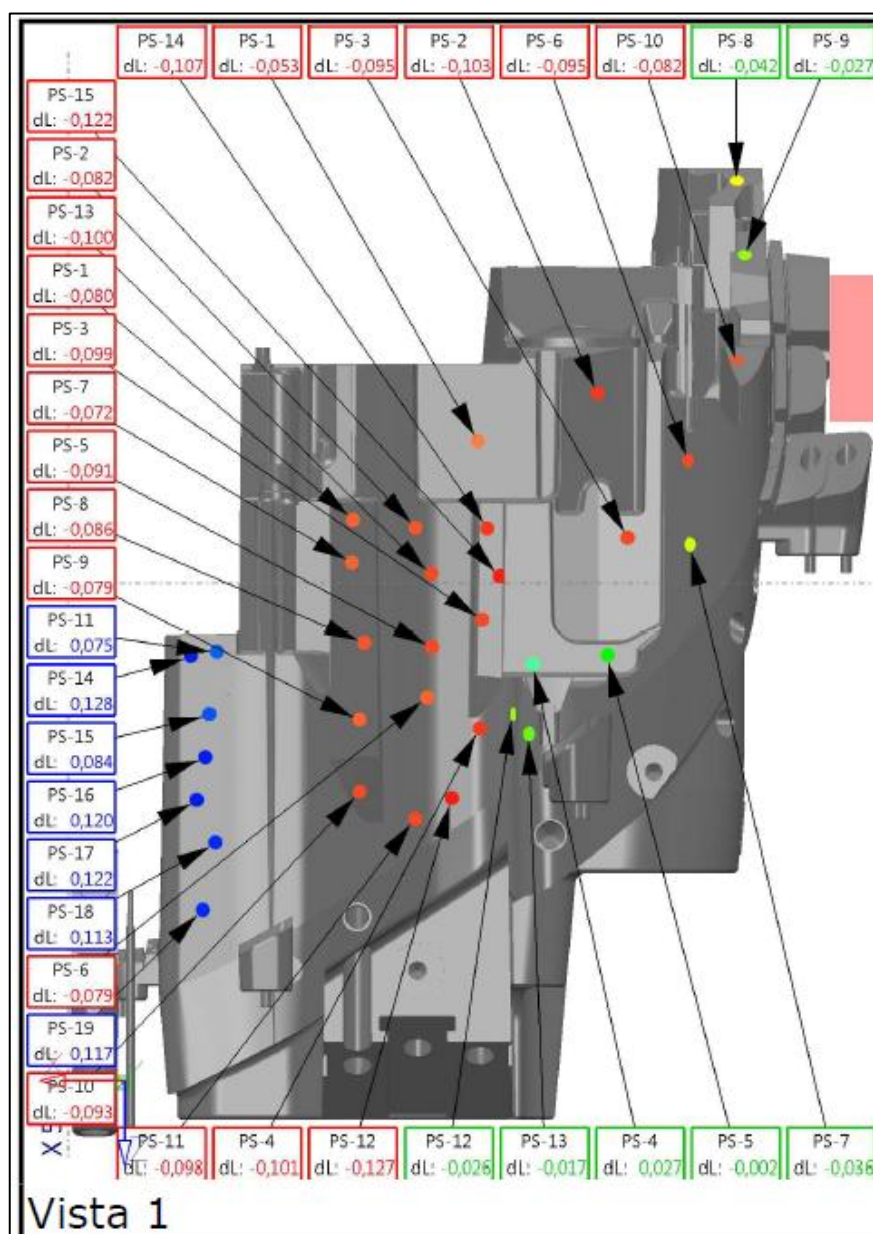


Figura 25. Zona de injeção com cerca de 0,1 mm de aço a menos

Este controlo acima de tudo foi conclusivo para salvaguardar a Moldata, pois demonstra que a bucha e a cavidade foram bem maquinadas e estão dentro do previsto, sendo certo que o problema não está na sua maioria na pequena diferença que se verificou.

Apesar de não ser conclusivo o suficiente para perceber qual o real problema ajudou a definir uma solução para contornar a diferença de peso entre ambas.

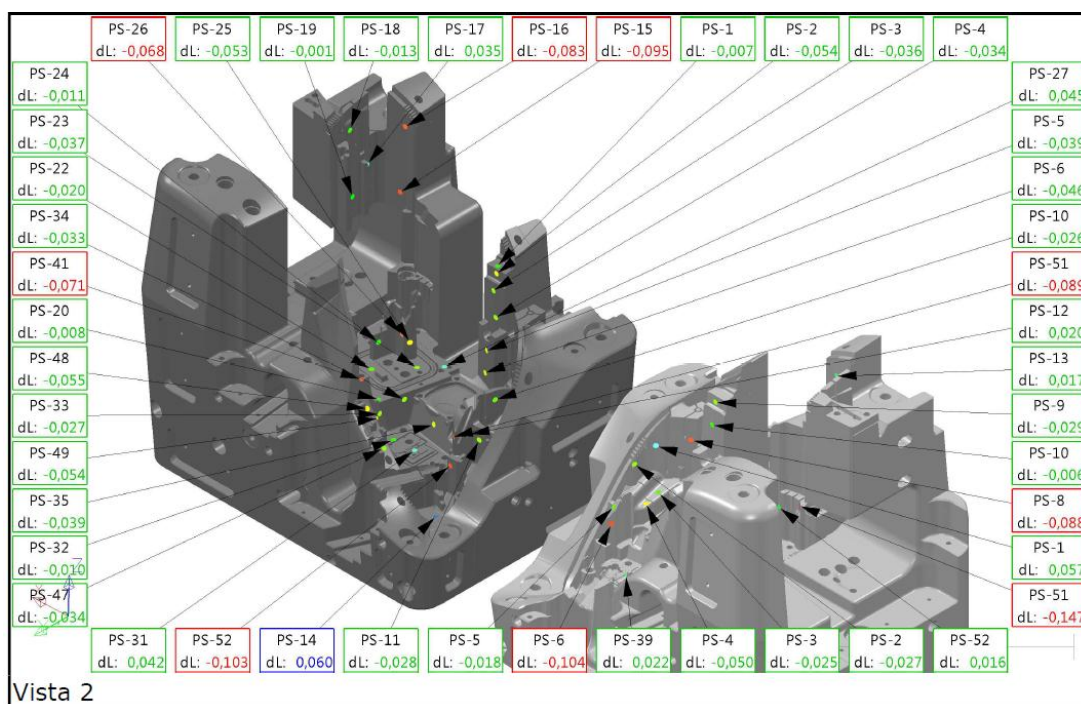


Figura 26. Lado da extração

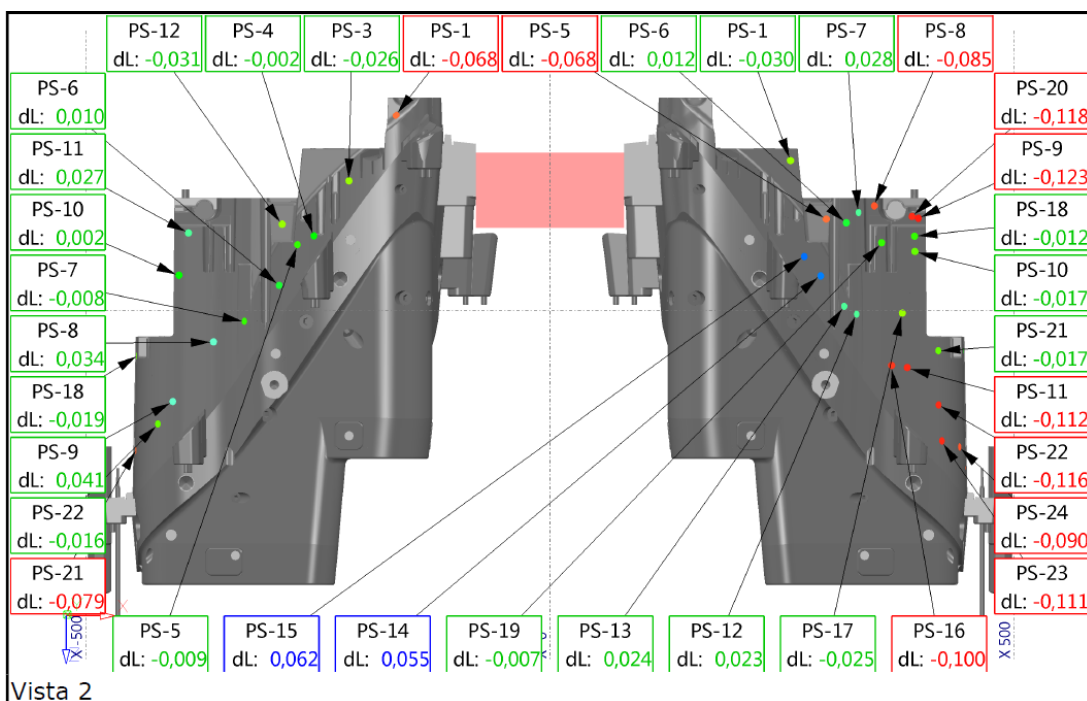


Figura 27. Lado da injeção

Situações de moldes em que os clientes muitas vezes se queixam que as peças injetadas estão com maior ou menor espessura são frequentes de ocorrer, sendo feito então o controlo dimensional às zonas em que os clientes estão de fato a reclamar, comprovando-se de facto quem tem razão.

Mais uma prova da utilidade que a nova seção tem nesta empresa e da sua importância relevante para o bom funcionamento e profissionalismo da mesma.

Num outro exemplo, está a ser feito um acabamento a uma peça de pequenas dimensões e de forma mais ao menos cilíndrica, quando se repara que o acabamento que está a passar apenas está a cortar material num lado da peça. À partida pensa-se que a peça pode se ter mexido e estar tombada para um lado. Outra razão para o sucedido pode ser por exemplo o fato de o centro da peça estar errado.

É aqui que entra o controlo dimensional como grande ferramenta, pois pode-se fazer um controlo para apurar se a peça está na cota, o que confirmaria a teoria do centro errado, para tal os valores obtidos seriam todos uniformes à peça, a peça estaria com valores de aço a mais em igual valor em toda a peça. Para a teoria da peça ter-se mexido durante o desbaste, os valores a obter no controlo seriam valores díspares, ou seja iria dar valores perto da cota final ou já indicando que a peça estaria com aço a menos dependendo do que poderia ter mexido e do outro lado valores de grande quantidade de aço a mais.

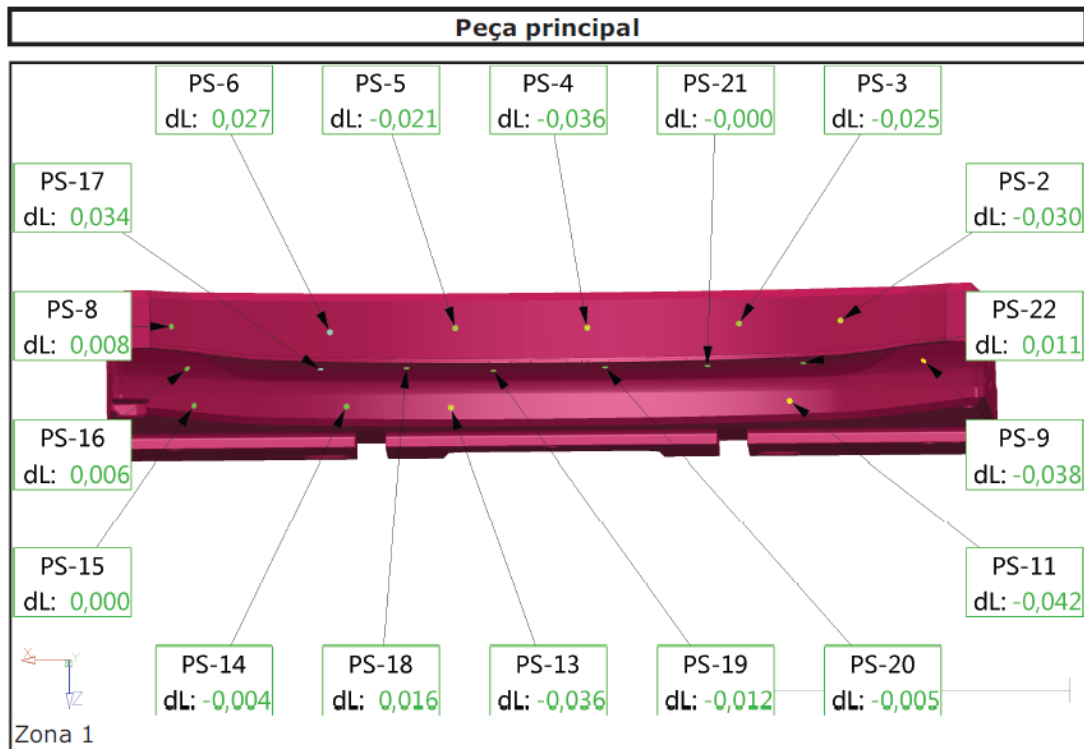


Figura 28. Exemplo de uma peça onde o cliente se queixava da espessura da mesma

A figura acima apresenta um controlo feito a uma peça em que o cliente queixava-se que o artigo final, ou seja o plástico, estava com uma maior espessura do que o pretendido, e como tal queria saber onde estava a diferença, para isso suceder, se na zona moldante, ou seja com aço a menos, ou se na zona de justamento com aço a mais que por sua vez também poderia ser razão para que o plástico ficasse com maior espessura.

O controlo foi feito e os resultados são os que se podem ver acima. A razão da maior espessura não seria desta peça, isto porque através do controlo dimensional pode ser perceber que os valores obtidos são diferenças mínimas e como tal o problema não estaria residido nesta peça.

5. CONCLUSÕES

Ao longo de todo este processo, foram várias as aprendizagens e competências que foram adquiridas e consolidadas.

Uma delas foi a capacidade de por em prática e aprofundar os conhecimentos adquiridos na formação inicial, pois para perceber toda a dinâmica da produção dos moldes não é suficiente só a teoria ou só a prática. Há que perceber o contributo de ambas, e saber articulá-las.

Outra aprendizagem desenvolvida prende-se com o desenvolvimento de competências relacionadas com a fabricação dos moldes. Assim, o estagiário já está apto a identificar os constituintes de um molde, a perceber o seu tempo de maquinação, o tempo de montagem, o tempo de programação, entre outros. De facto, no final do estágio pode-se afirmar que foram desenvolvidas e adquiridas competências que permitem ao estagiário ser um elemento ativo e autónomo para a empresa, sendo, portanto, uma mais-valia para a mesma. Isto na medida em que já existe um à vontade e experiência profissional no trabalho com as máquinas CNC e com o software de programação.

Por último, o estagiário foi responsável pela criação e otimização da secção de metrologia na empresa, pelo que adquiriu uma formação mais completa ao nível da programação e ao nível do controlo dimensional de peças.

De uma forma geral, a criação de metrologia na Moldata permite responder a quaisquer problemas que existam durante a produção do molde. Além disso, significa um maior rigor e profissionalismo, pois, fazendo um controlo dimensional, a empresa encontra-se sempre defendida para eventuais queixas dos clientes.

A criação e otimização da metrologia foi de extrema importância, pois acaba por ser a última etapa na produção, e é onde se confirma que está tudo dentro das tolerâncias, ou se algo está fora da tolerância e a partir dos resultados obtidos pode-se partir para a correção, ou então não sendo possível informa-se o cliente do sucedido.

Por último, esta é mais uma ferramenta para enfrentar a concorrência, para estar um passo sempre à frente e que garante aos clientes o bom trabalho efetuado.

Há ainda a salientar que, além de todas as aprendizagens e competências já enunciadas acima, há a destacar a capacidade transversal a todas elas, ou seja, a capacidade para resolver problemas, para imaginar possíveis soluções para os mesmos e para solucioná-los.

O estágio, e com ele a elaboração deste documento, acarretou algumas dificuldades.

Em primeiro lugar, ressalta-se o facto de haver, inicialmente, falta de conhecimentos e falta de experiência relativas ao processo de fabrico dos moldes, o que dificultou o trabalho realizado, derivado de um ritmo de trabalho mais lento.

No que diz respeito à elaboração deste documento, destaca-se a dificuldade em encontrar bibliografia relevante sobre a temática em questão e em gerir de forma mais eficaz o tempo.

Chegado o final de todo este processo, é possível identificar possíveis pistas de reformulação do mesmo, tendo em conta que estamos em permanente construção pessoal e profissional. Assim, seria interessante explorar novas oportunidades de poder otimizar ainda mais a produção de moldes usando a metrologia através do controlo dimensional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cruz, A. (2009). *Introdução à metrologia em Portugal*. Instituto Português de Qualidade
- Guedelha, J & Lourenço, R. (1999). *Metrologia e Normalização – Guia do Formando*. Instituto do Emprego e Formação Profissional: Lisboa
- Sousa, C. (2008). *Categorias da Metrologia*. CATIM: Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica
- Sousa, C. (2010). *Metrologia – Notas Histórias*. CATIM: Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica
- Vários (2013). *Moldes da região chegam a 83 países e são indústria global*. Região de Leiria
- Vários (2013). *Indústria de Moldes aumenta postos de trabalho em 2013*. Região de Leiria
- Vários (2012). *Indústria dos moldes precisa de mão-de-obra qualificada*. Região de Leiria

Sítio da Internet:

Moldata, Mold Services (2013). <http://www.moldata.pt/>

7. ANEXOS

Anexo n.º 1 – Relatório 1

Anexo n.º 2 – Relatório 2

Anexo n.º 3 – Relatório 3

Anexo n.º 4 – Relatório 4

Anexo n.º 5 – Relatório 5

Anexo n.º 6 – Relatório 6

Anexo n.º 7 – Relatório 7

Anexo n.º 8 – Relatório 8

Anexo n.º 9 – Relatório 9

MOLDATA - MOLD SERVICES

Rua Dâmaso Luís dos Santos, LT15

2430-835 Vieira de Leiria

Portugal

www.moldata.pt

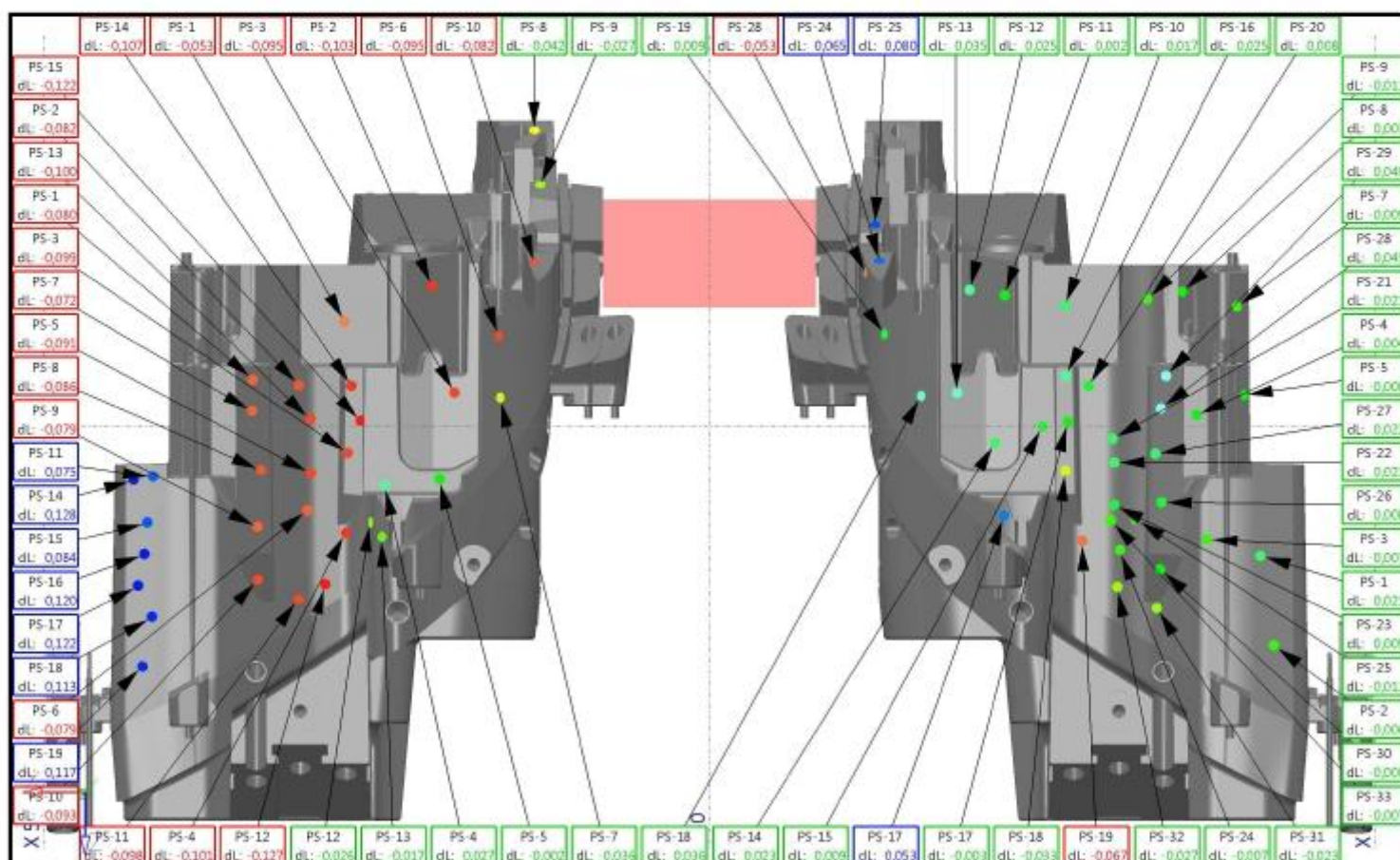
tlf: (351) 244 838 903

fax: (351) 244 838 904

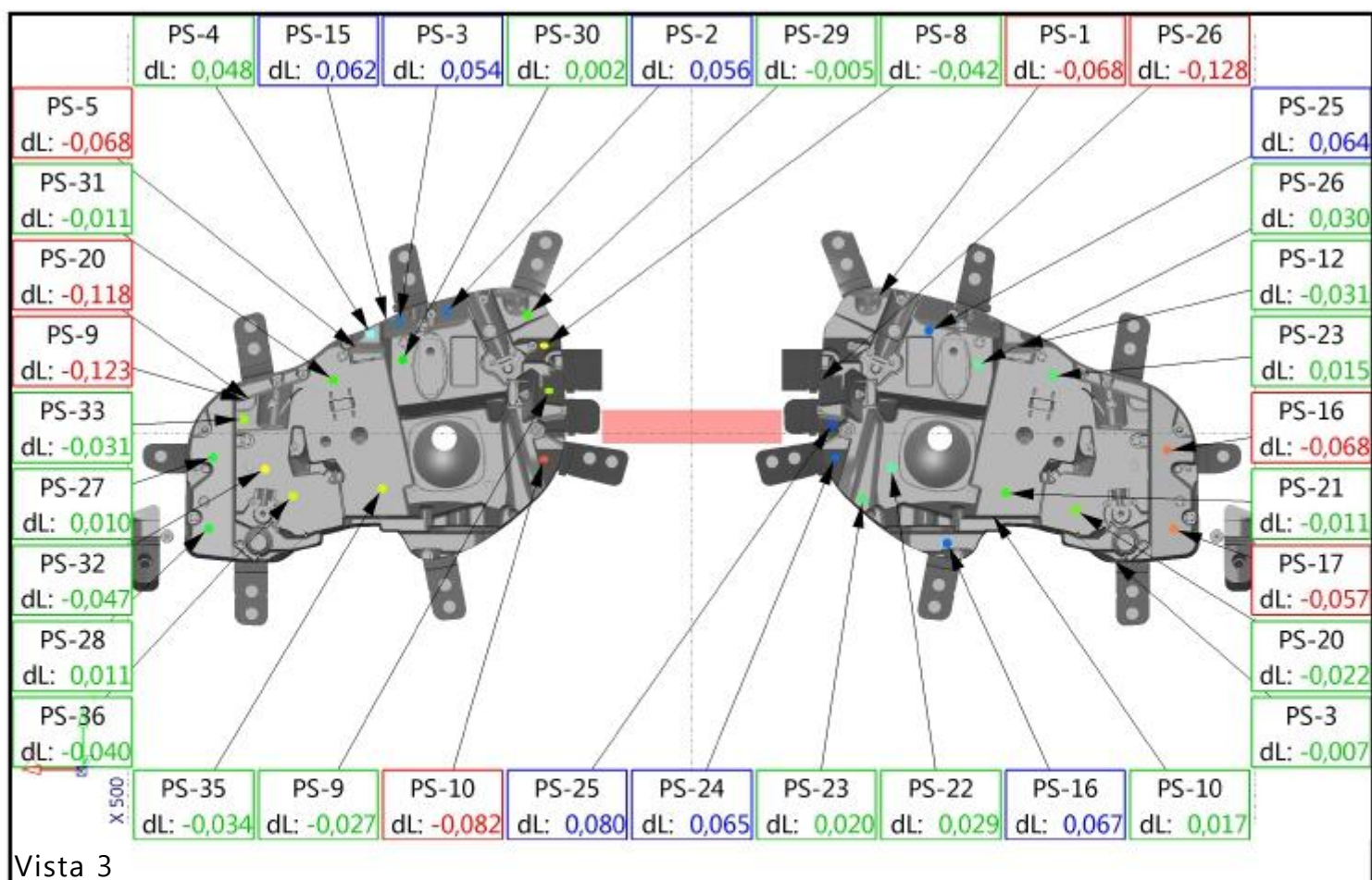
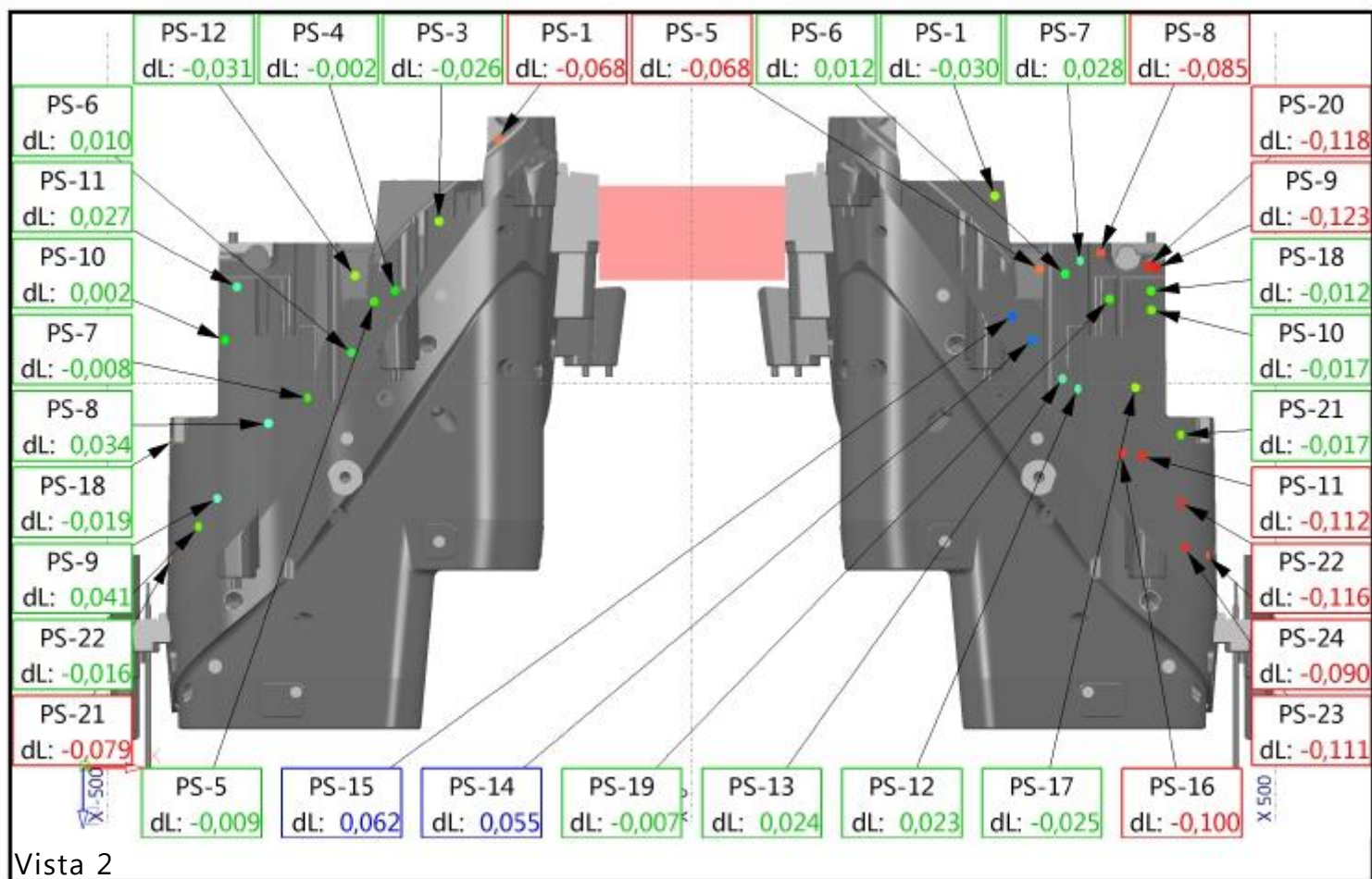
email: geral@moldata.pt

Moldata		Cliente
Nº Molde		Cliente
Nº Peça	Lado INJ.	Contato
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº

Peça principal



Vista 1



MOLDATA - MOLD SERVICES

Rua Dâmaso Luís dos Santos, LT15

2430-835 Vieira de Leiria

Portugal

www.moldata.pt

tlf: (351) 244 838 903

fax: (351) 244 838 904

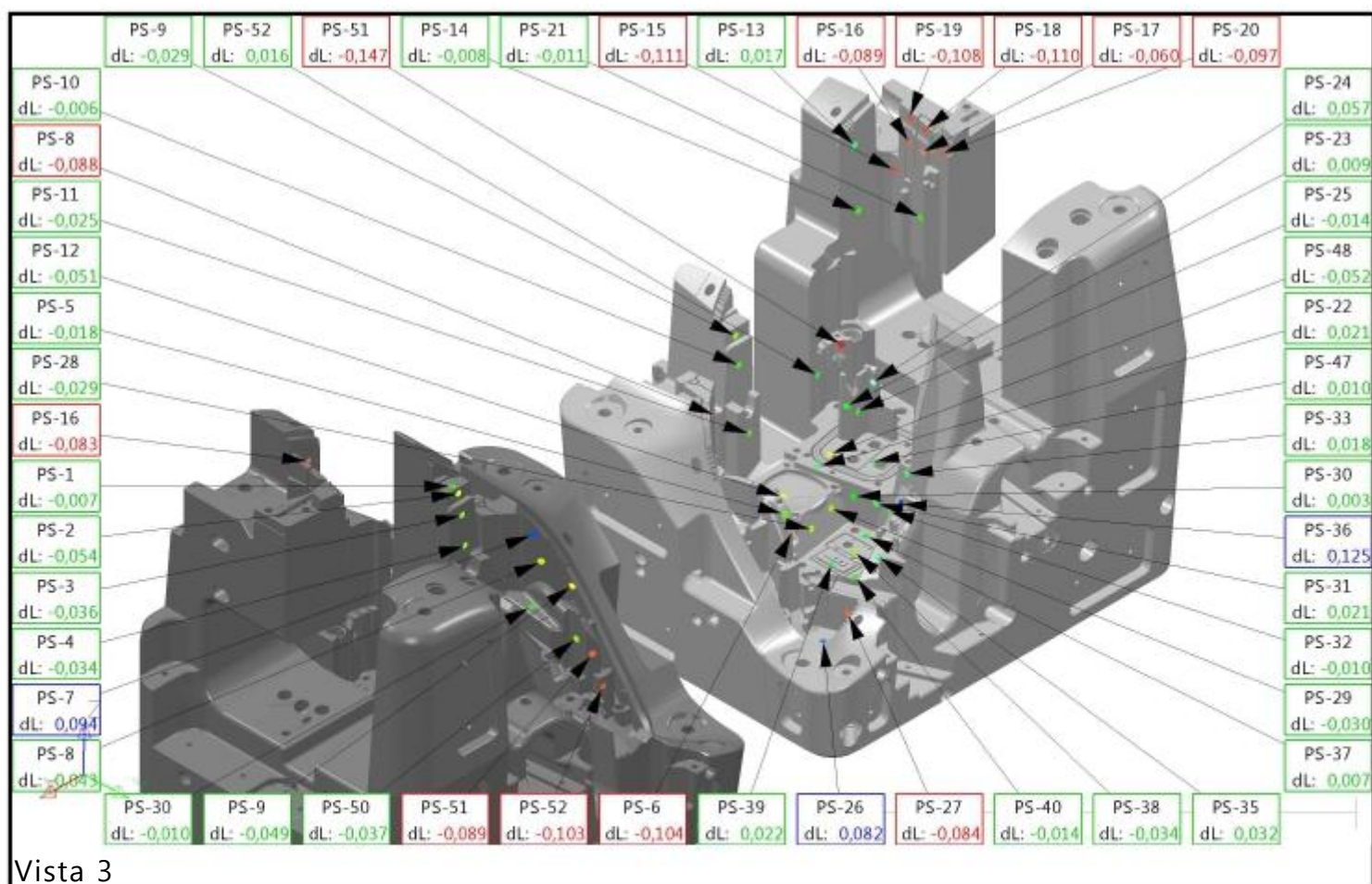
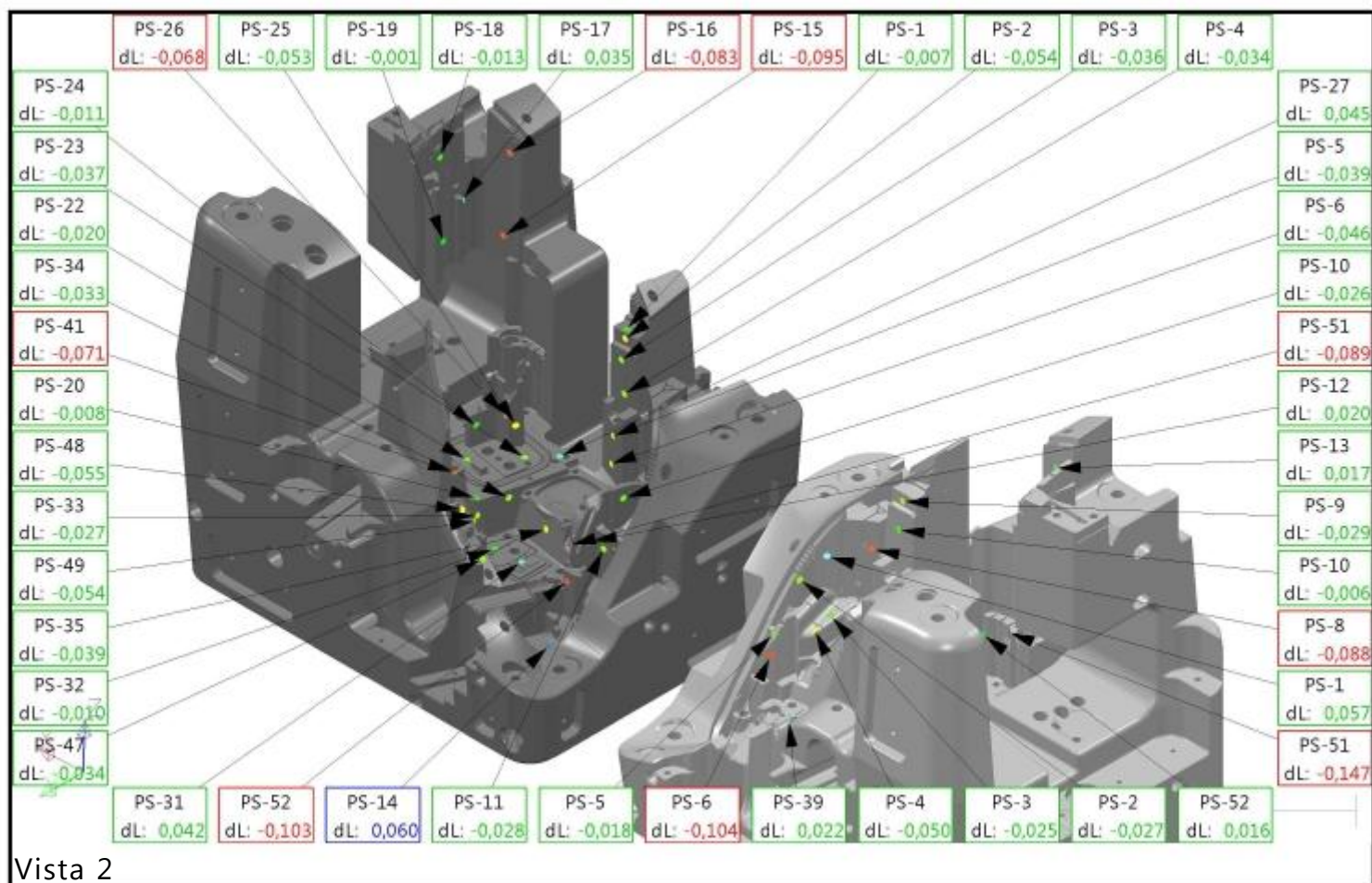
email: geral@moldata.pt

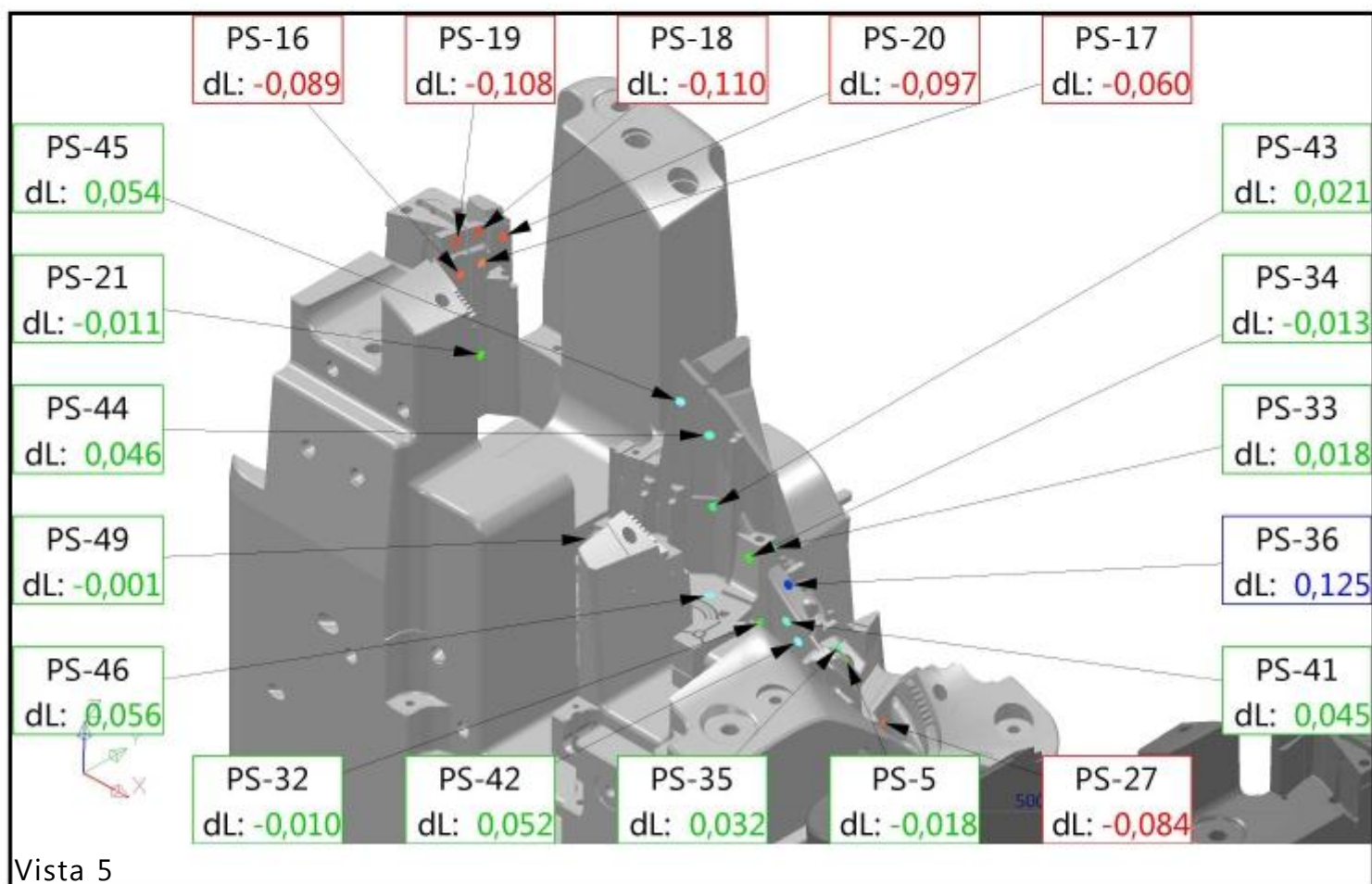
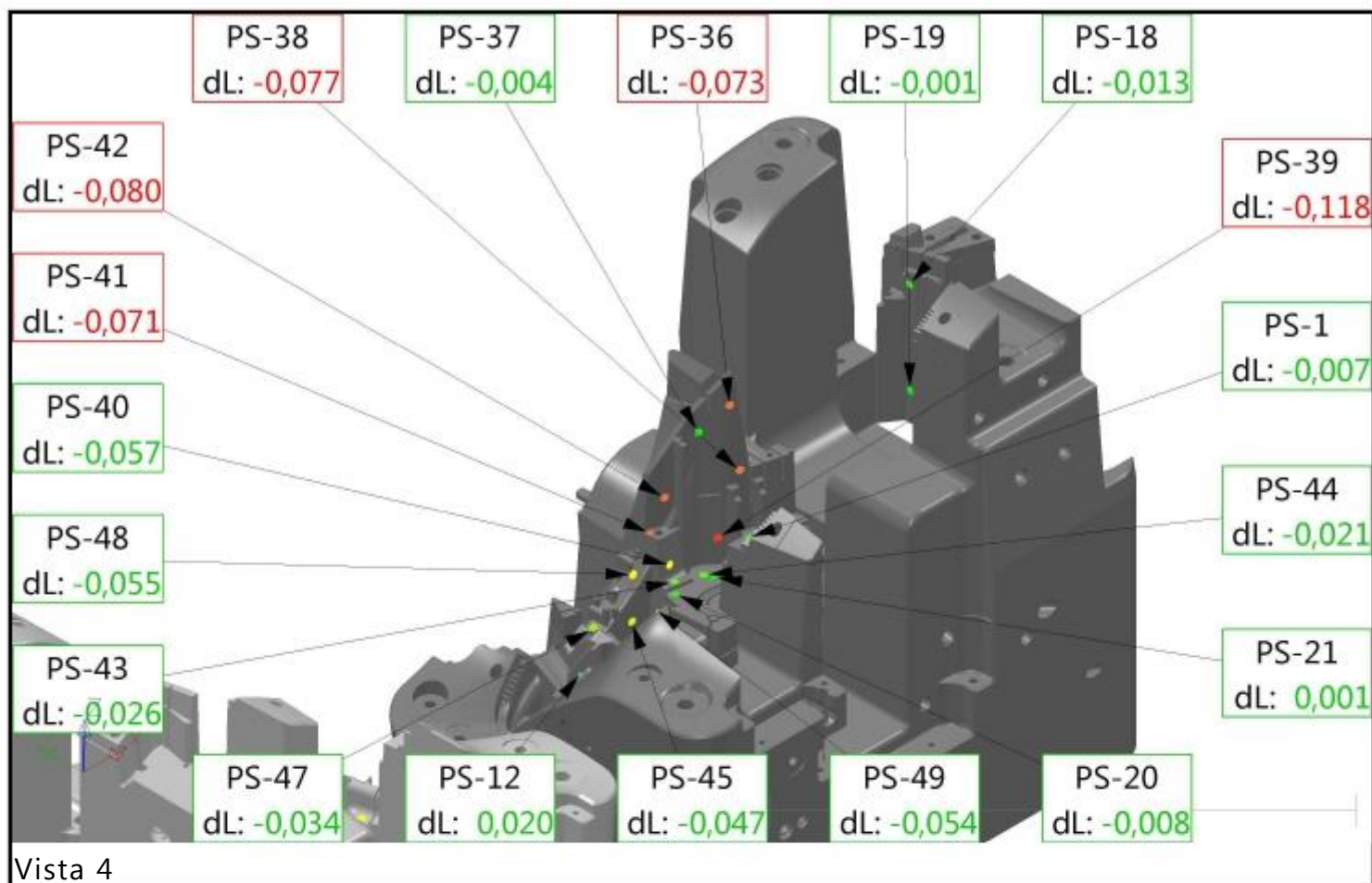
Moldata		Cliente
Nº Molde		Cliente
Nº Peça	Lado Extração	Contato
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº

Peça principal

	PS-35 dL: -0,039	PS-27 dL: 0,045	PS-28 dL: -0,001	PS-1 dL: -0,007	PS-29 dL: 0,003	PS-30 dL: -0,010	PS-5 dL: -0,018	PS-3 dL: -0,025	PS-4 dL: -0,050	PS-7 dL: 0,022	PS-12 dL: -0,051	
PS-23 dL: -0,037												PS-22 dL: 0,021
PS-31 dL: 0,042												PS-28 dL: -0,029
PS-32 dL: -0,010												PS-48 dL: -0,052
PS-22 dL: -0,020												PS-49 dL: -0,001
PS-20 dL: -0,008												PS-29 dL: -0,030
PS-21 dL: 0,001												PS-47 dL: 0,010
PS-44 dL: -0,021												PS-37 dL: 0,007
PS-33 dL: -0,027												PS-46 dL: 0,056
PS-43 dL: -0,026												PS-34 dL: -0,013
PS-40 dL: -0,057												PS-32 dL: -0,010
PS-49 dL: -0,054												PS-33 dL: 0,018
	PS-41 dL: -0,071	PS-48 dL: -0,055	PS-47 dL: -0,034	PS-13 dL: 0,083	PS-14 dL: 0,060	PS-26 dL: 0,082	PS-39 dL: 0,022	PS-40 dL: -0,014	PS-35 dL: 0,032	PS-38 dL: -0,034	PS-36 dL: 0,125	

Vista 1





MOLDATA - MOLD SERVICES

Rua Dâmaso Luís dos Santos, LT15

2430-835 Vieira de Leiria

Portugal

www.moldata.pt

tlf: (351) 244 838 903

fax: (351) 244 838 904

email: geral@moldata.pt

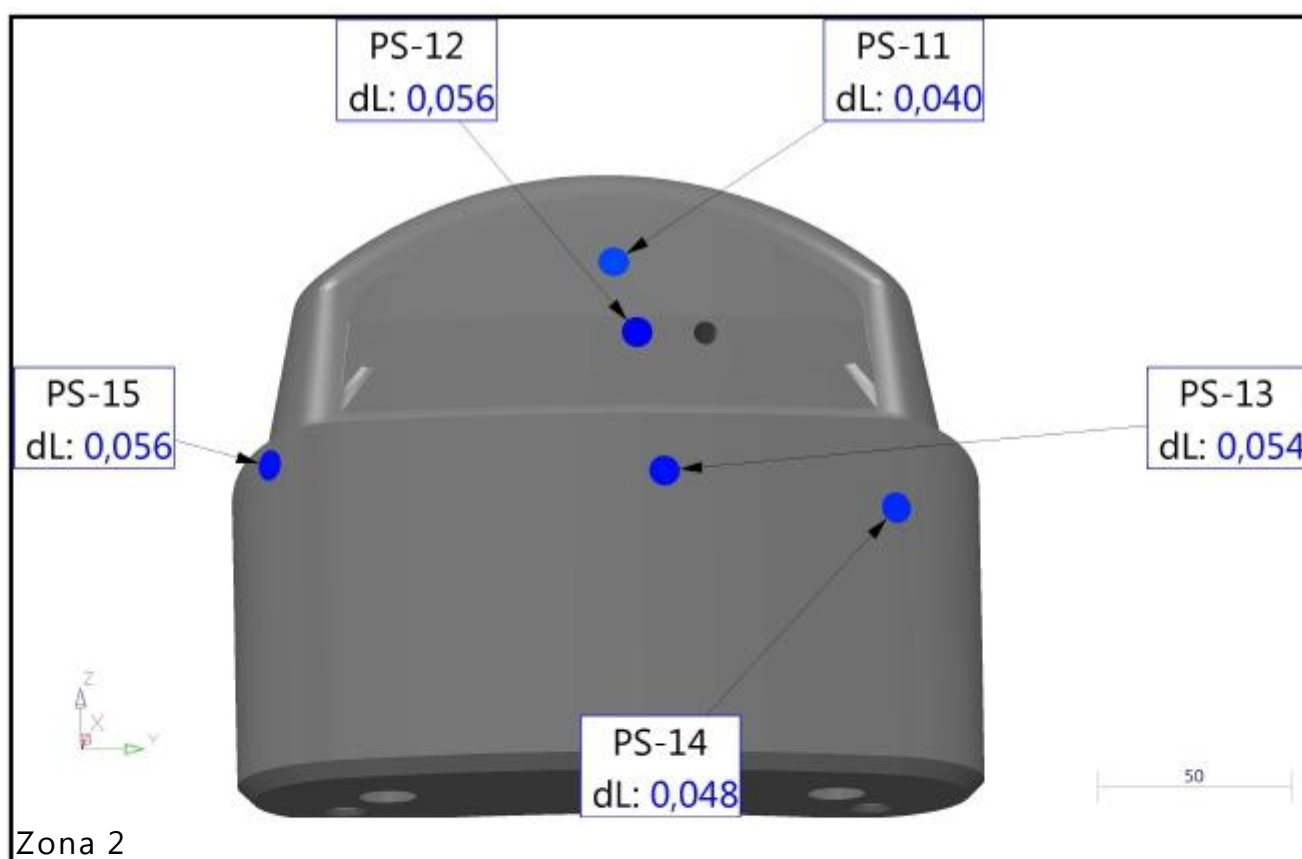
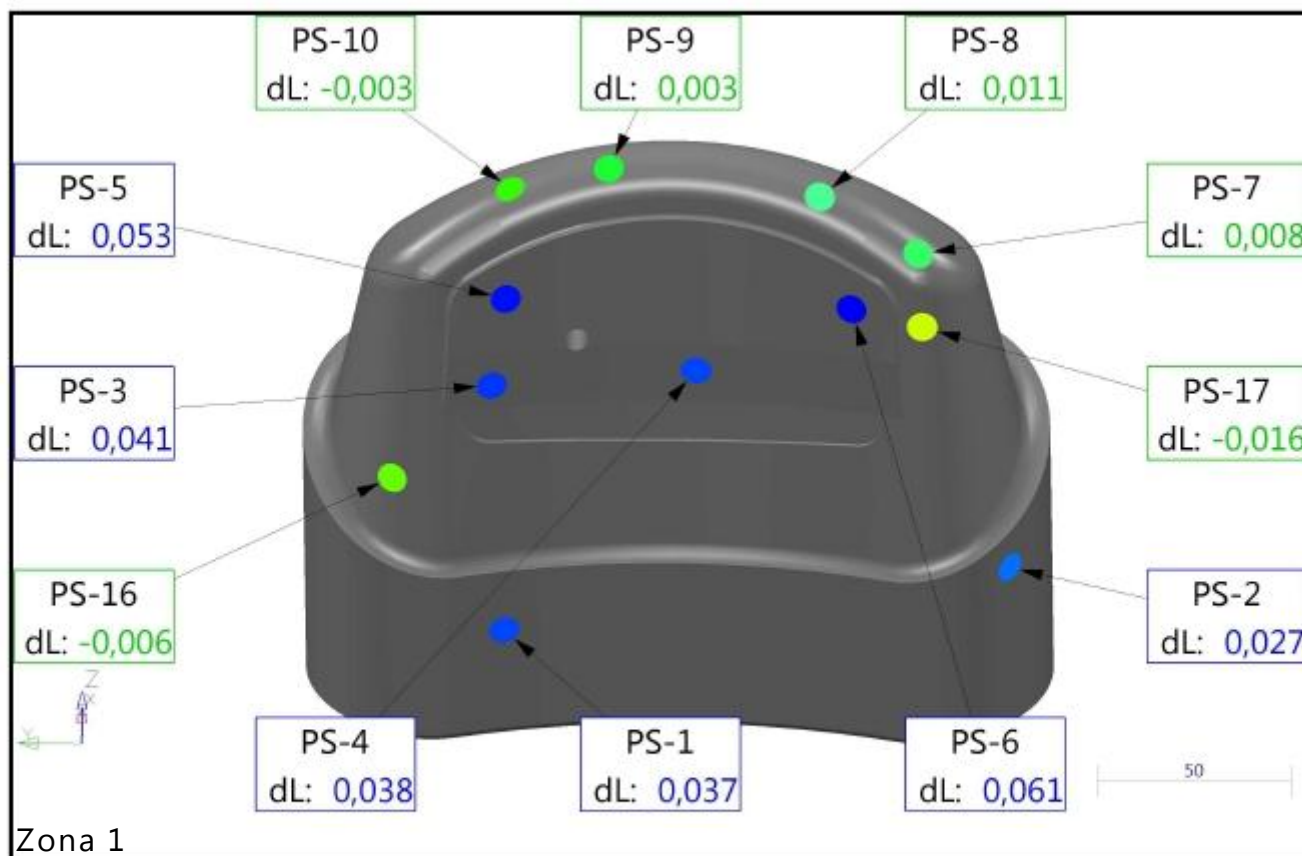
Moldata		Cliente	
Nº Molde		Cliente	
Nº Peça		Contacto	
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº	

Medição: Peça principal



100

Peça 200B



MOLDATA - MOLD SERVICES

Rua Dâmaso Luís dos Santos, LT15

2430-835 Vieira de Leiria

Portugal

www.moldata.pt

tlf: (351) 244 838 903

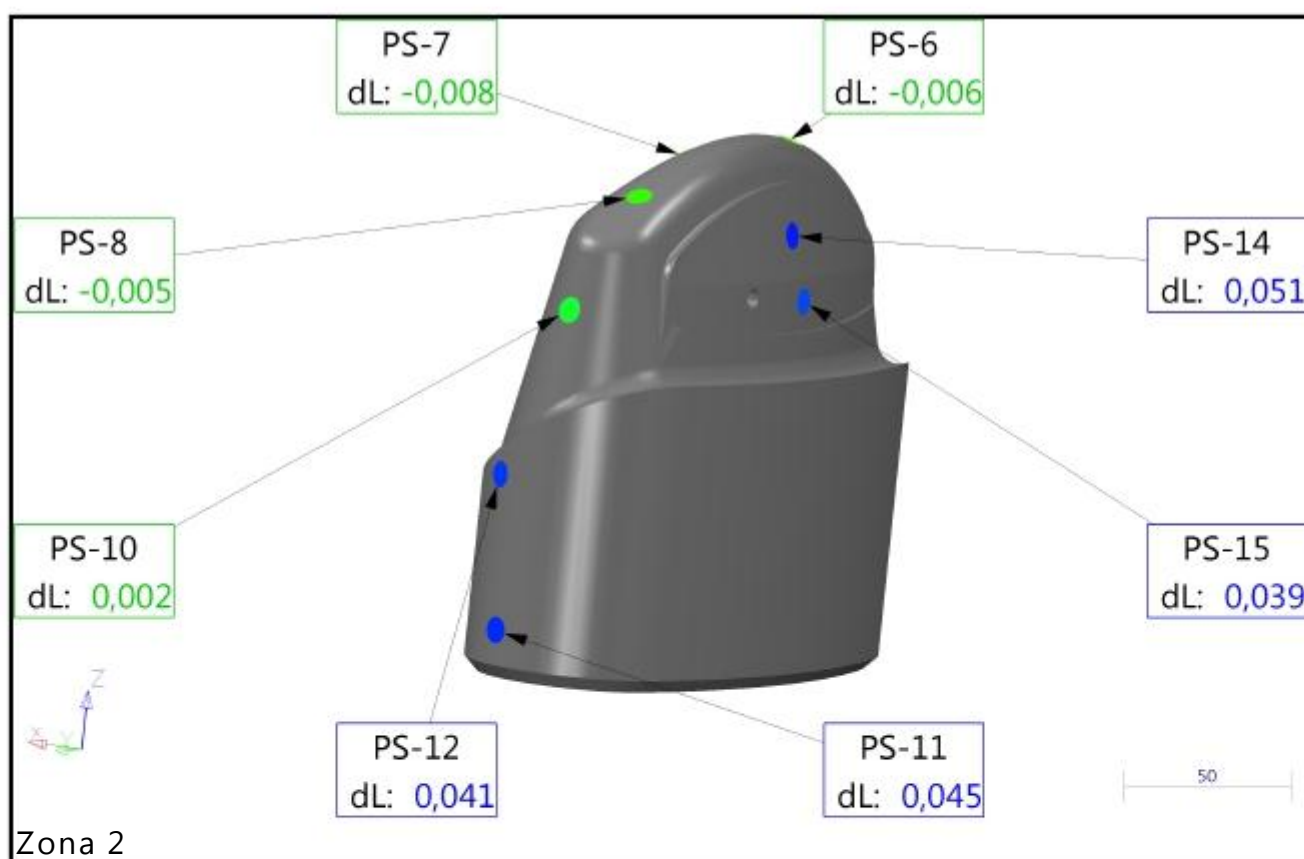
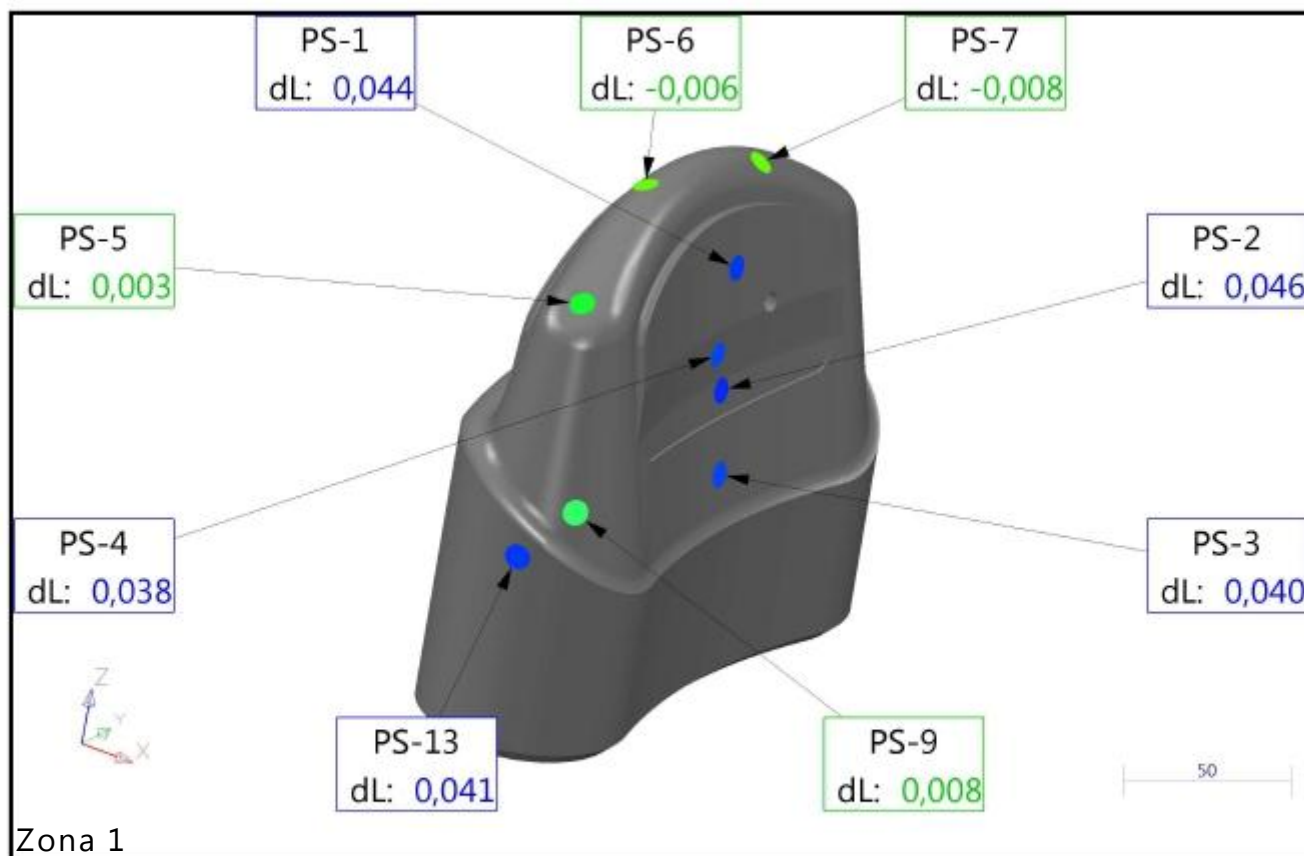
fax: (351) 244 838 904

email: geral@moldata.pt

Moldata		Cliente	
Nº Molde		Cliente	
Nº Peça		Contacto	
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº	

Medição: Peça principal





MOLDATA - MOLD SERVICES

Rua Dâmaso Luís dos Santos, LT15

2430-835 Vieira de Leiria

Portugal

www.moldata.pt

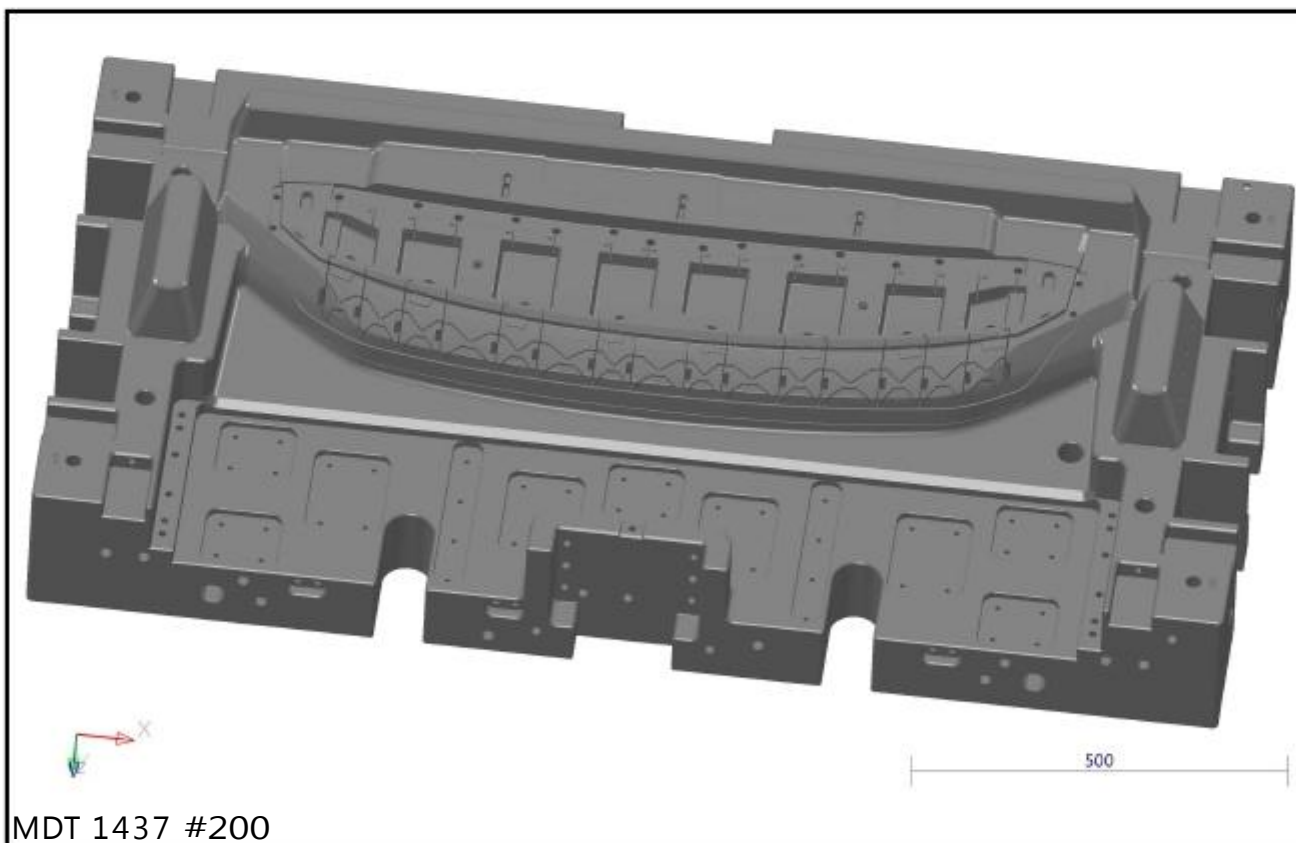
tlf: (351) 244 838 903

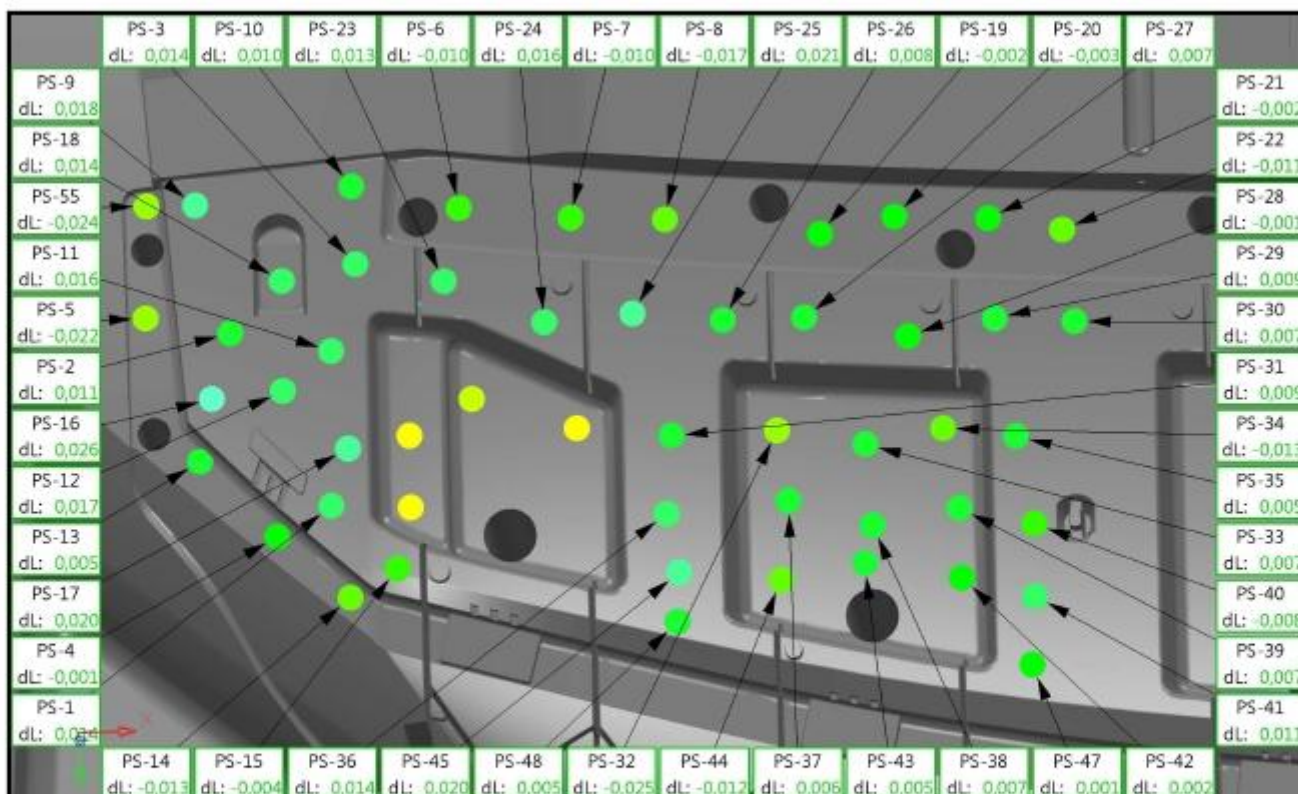
fax: (351) 244 838 904

email: geral@moldata.pt

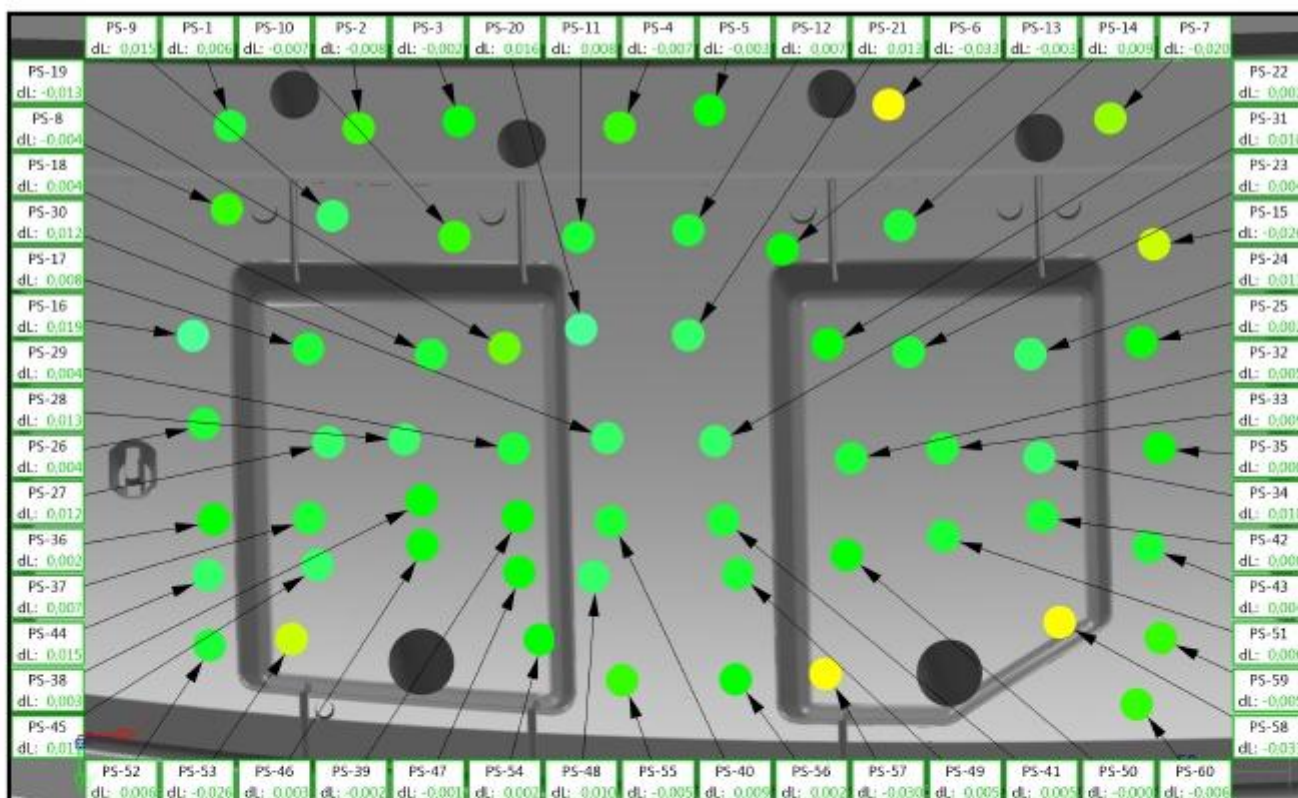
Moldata		Cliente	
Nº Molde		Cliente	
Nº Peça		Contacto	
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº	

Medição: Peça principal

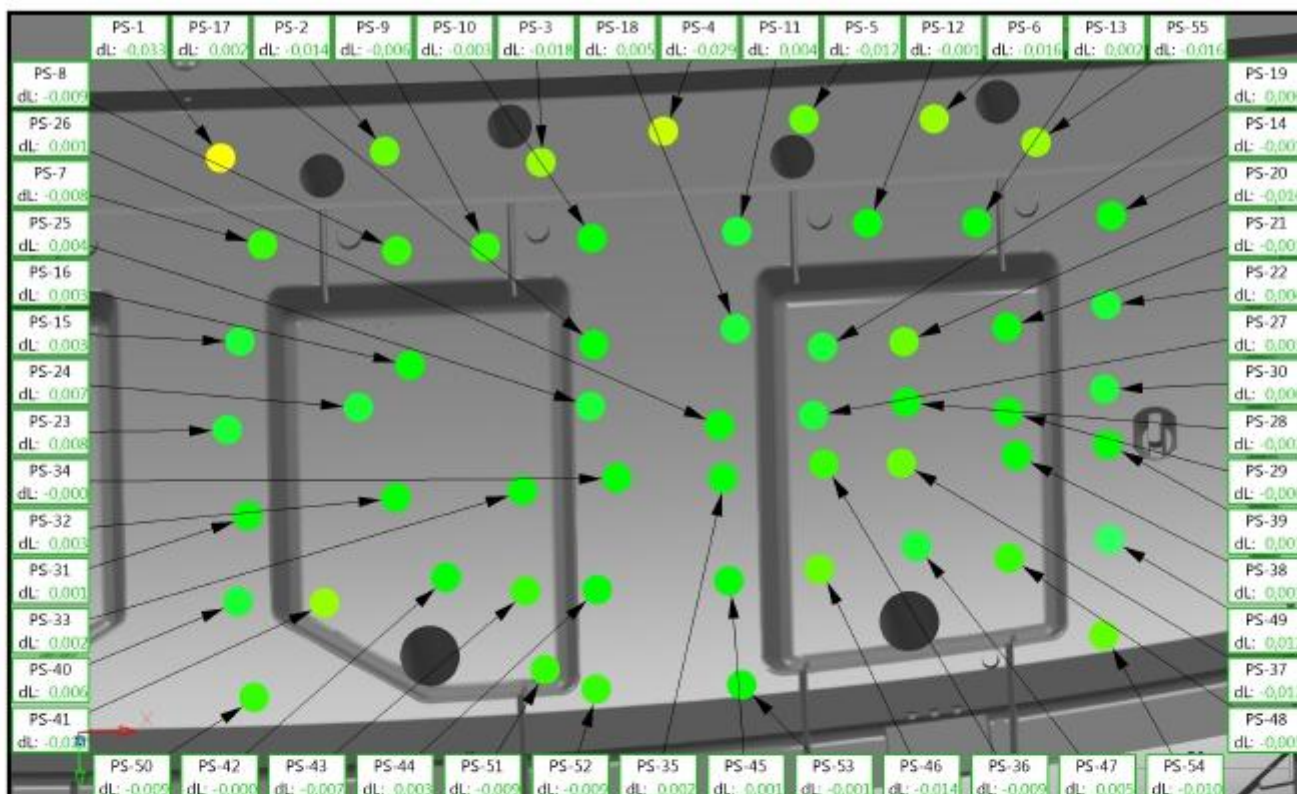




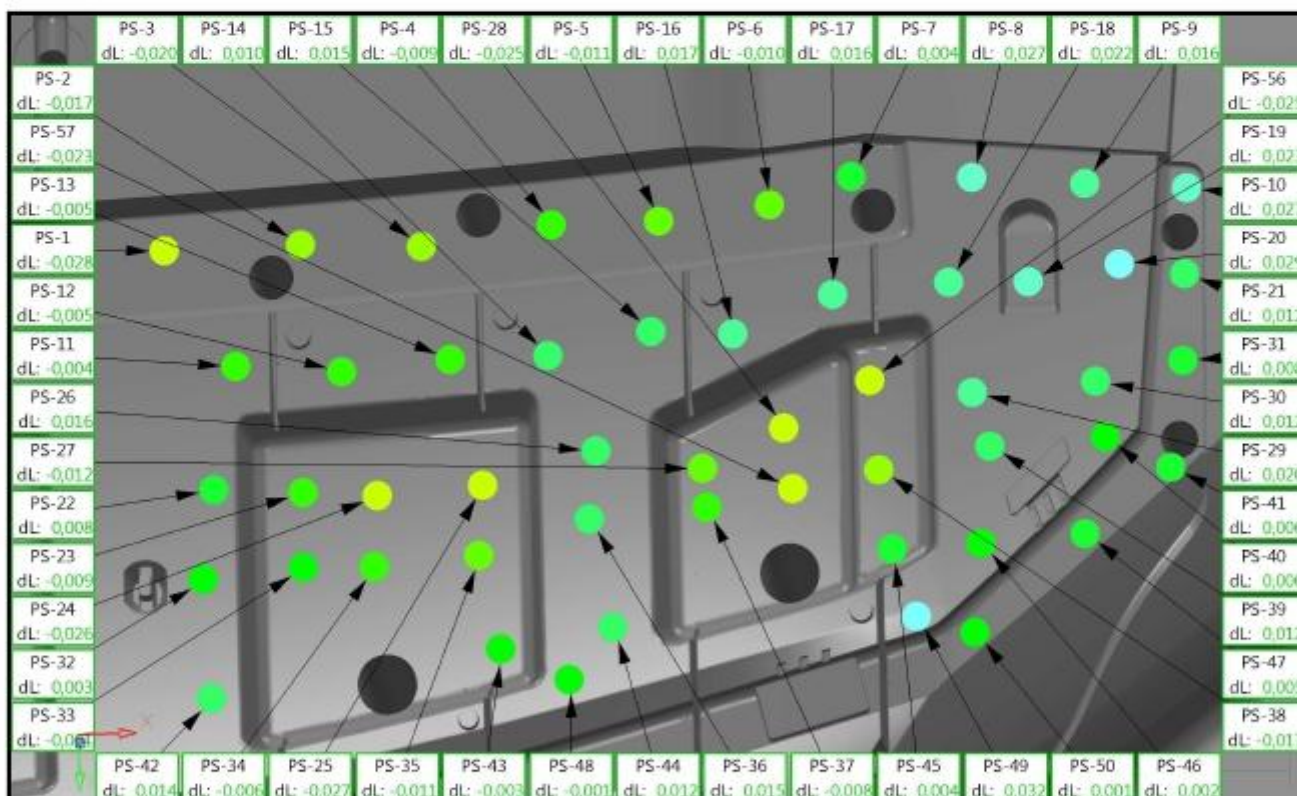
Zona 1



Zona 2



Zona 3



Zona 4

MOLDDATA – MOLD SERVICES

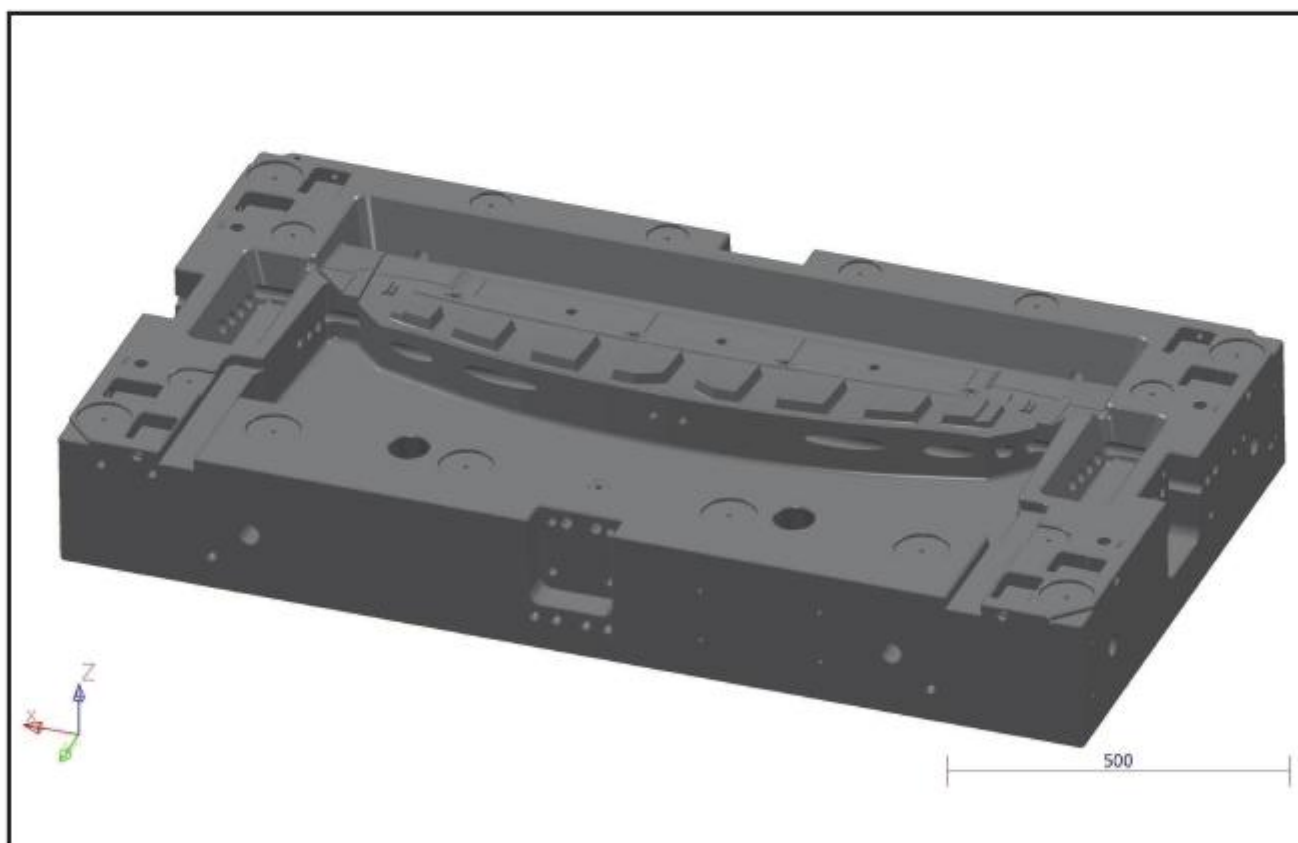
www.molddata.pt

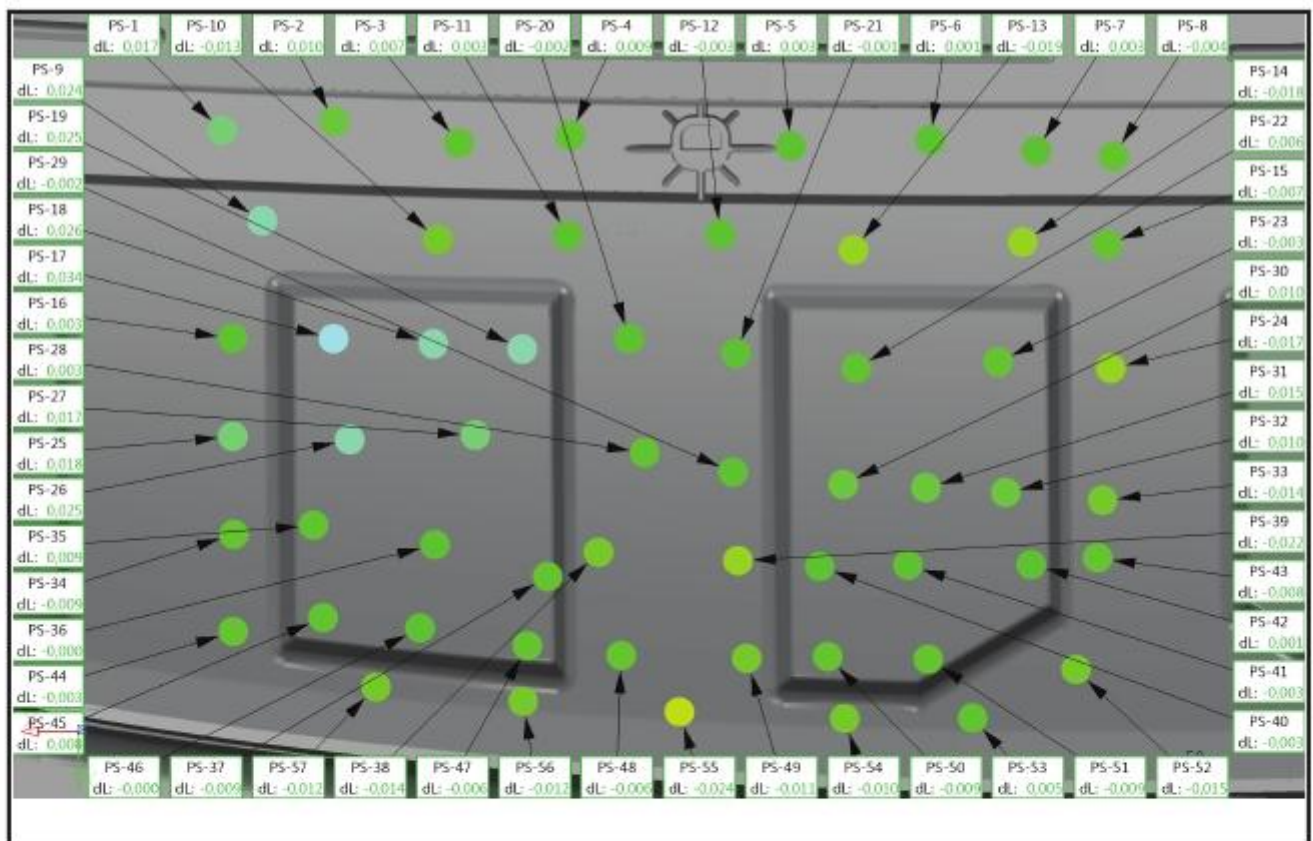
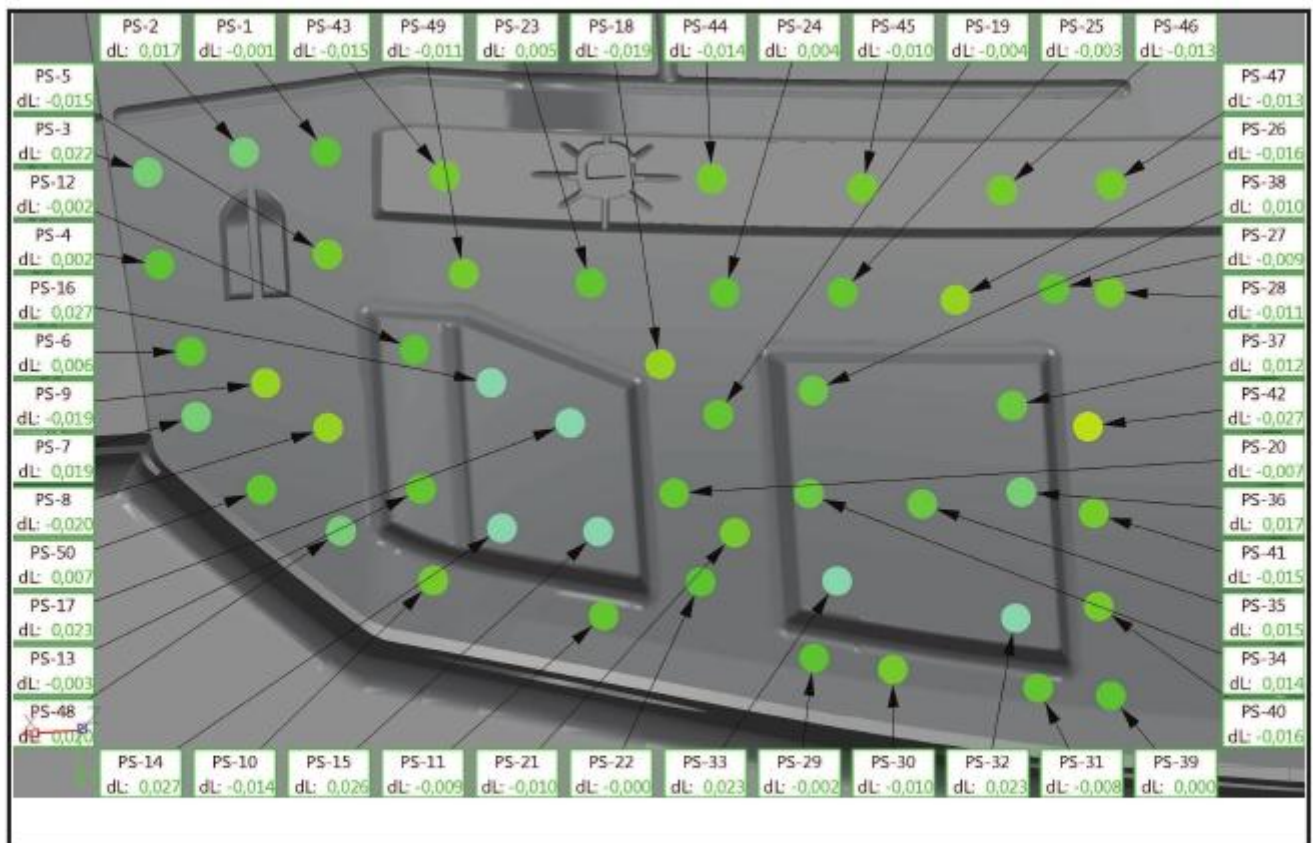
Rua Dámaso Luis dos Santos, LT 15

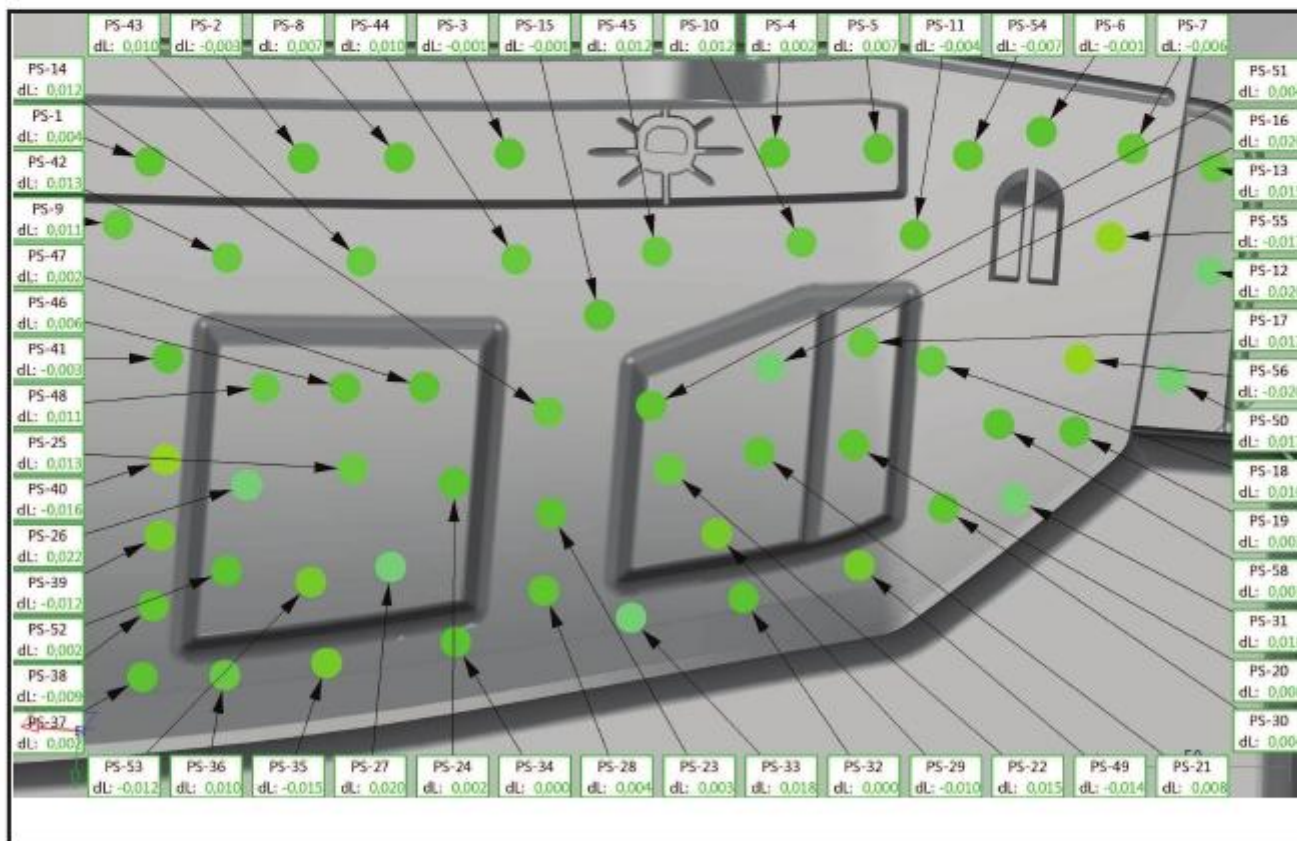
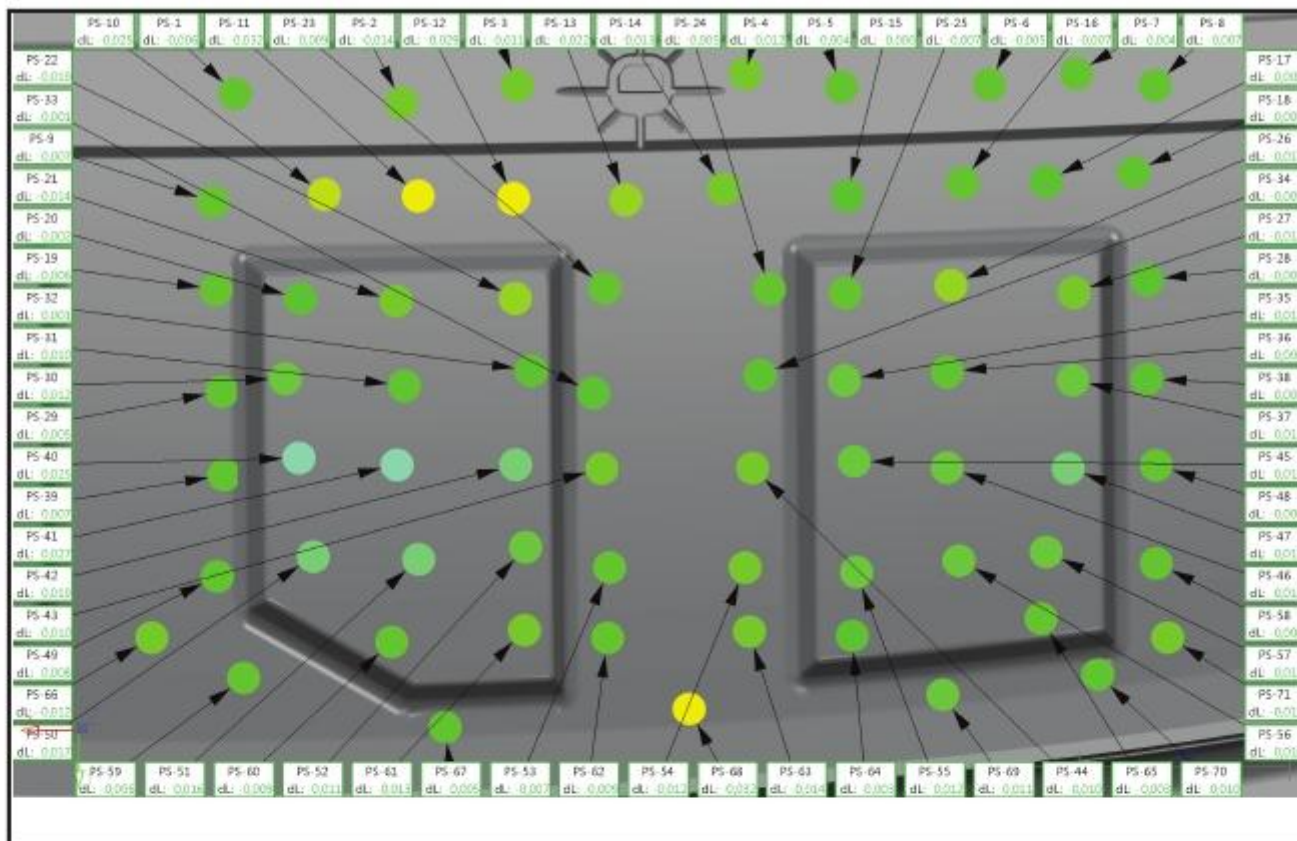
2430-835 Vieira de Leiria

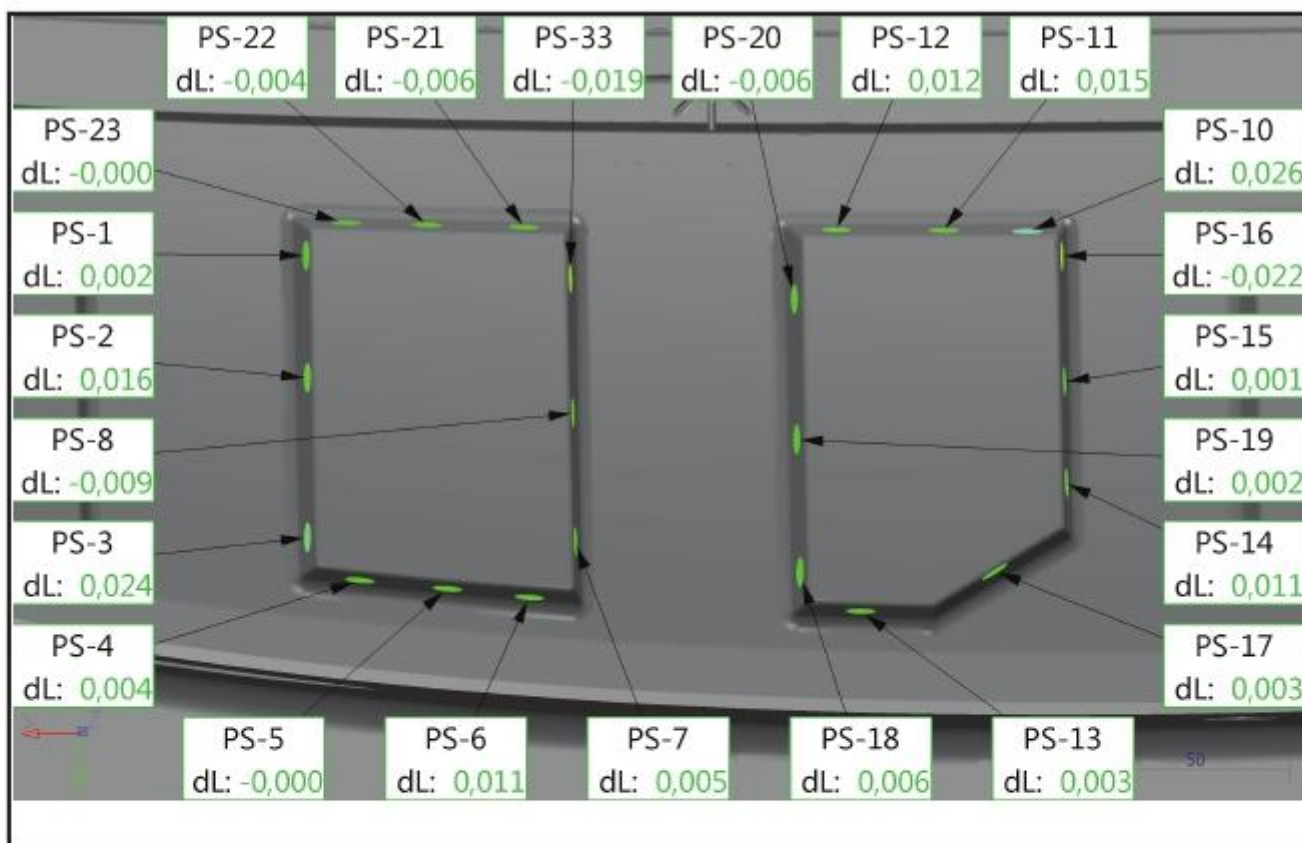
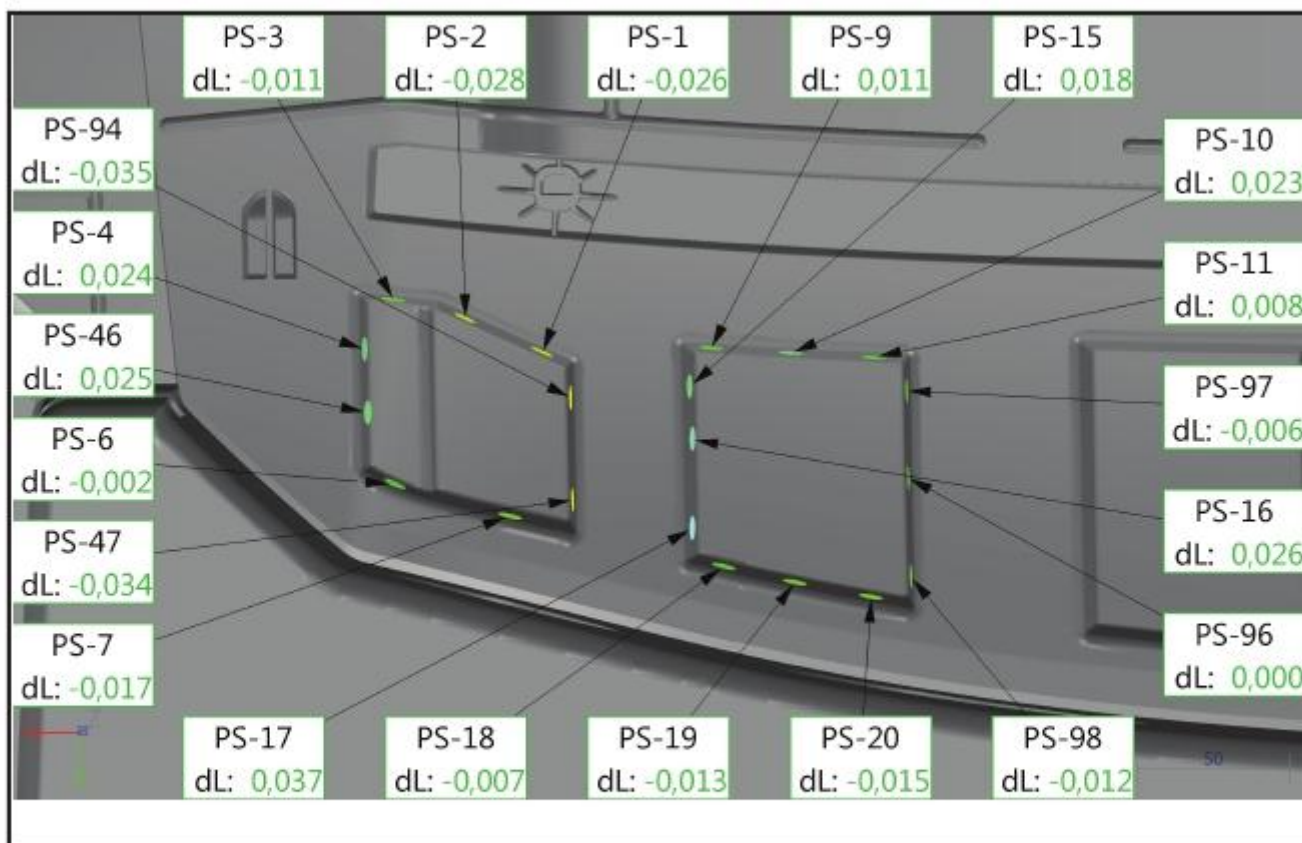
Portugal

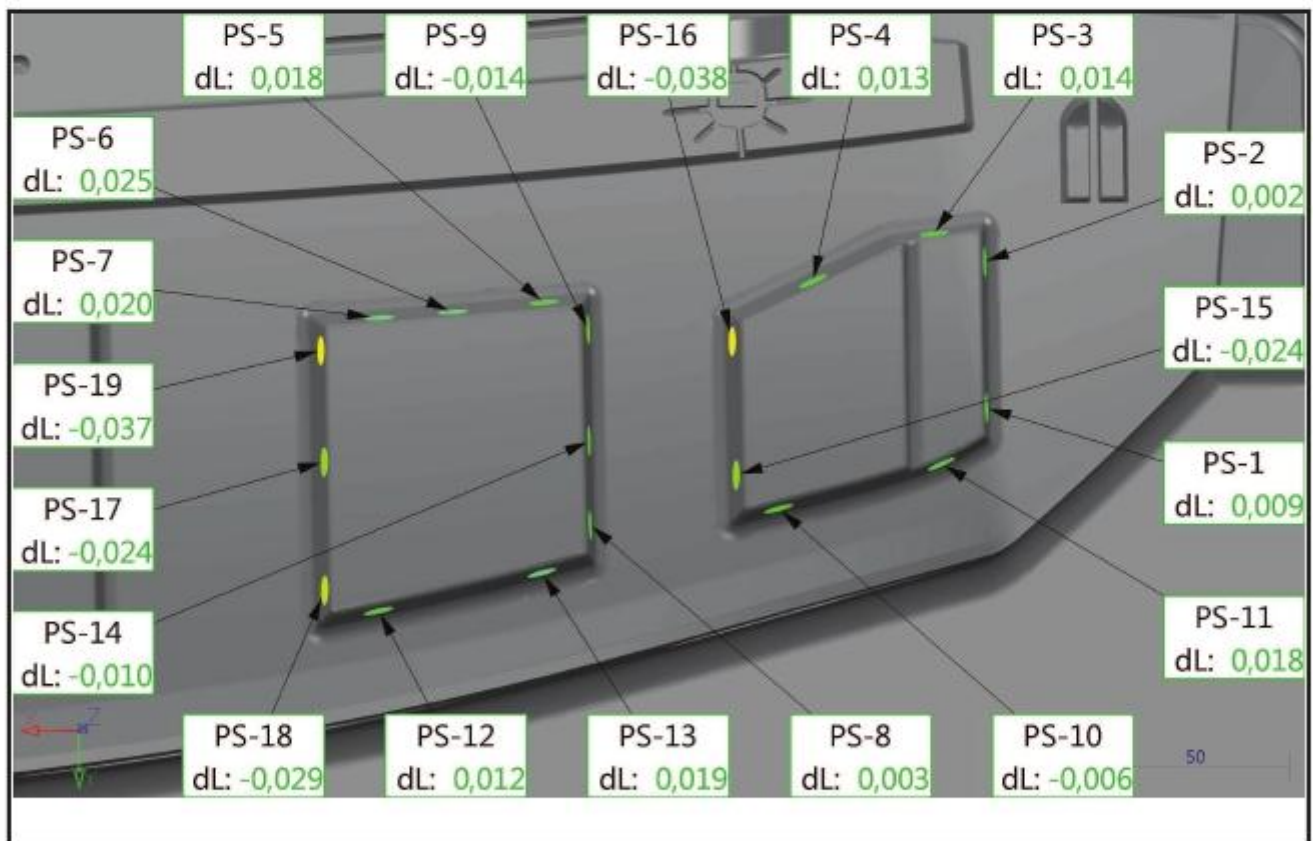
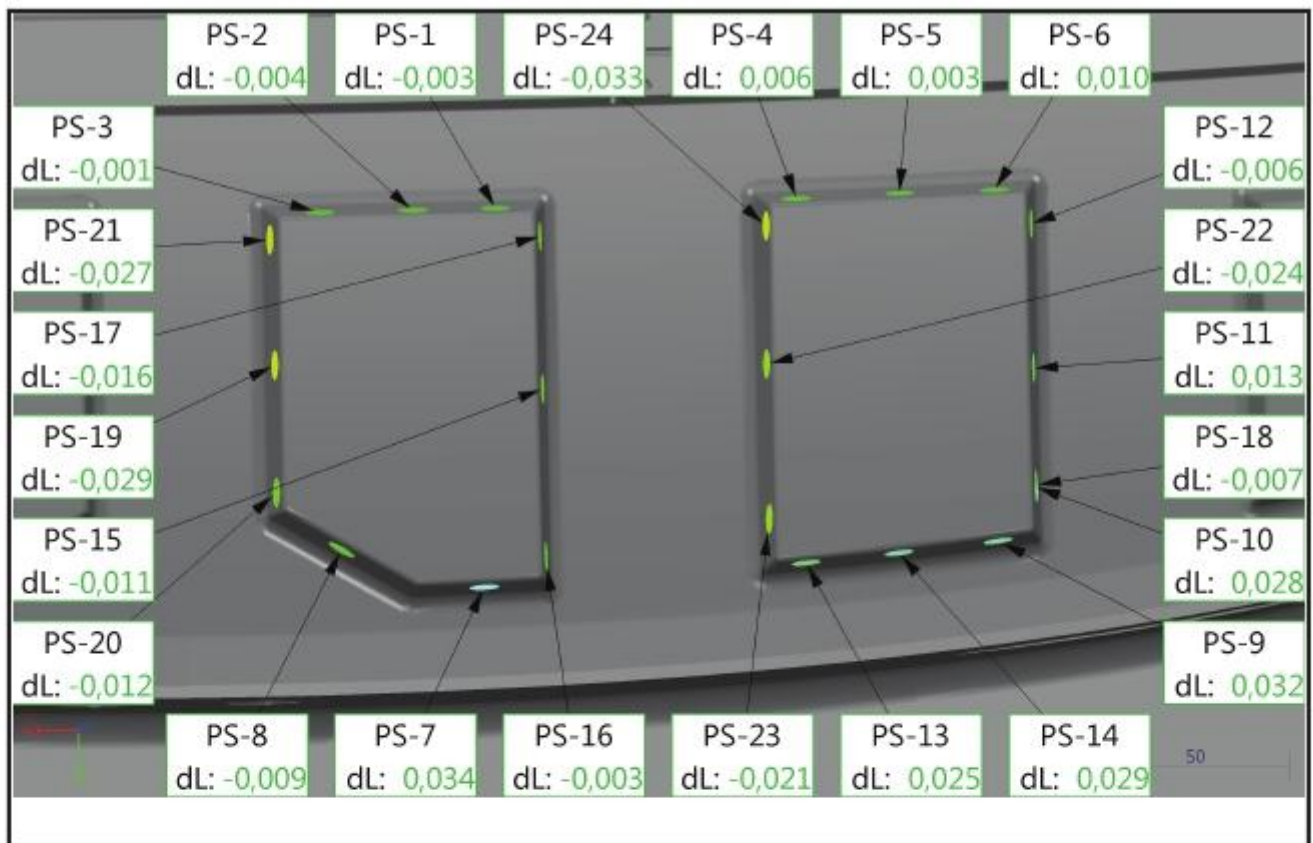
--

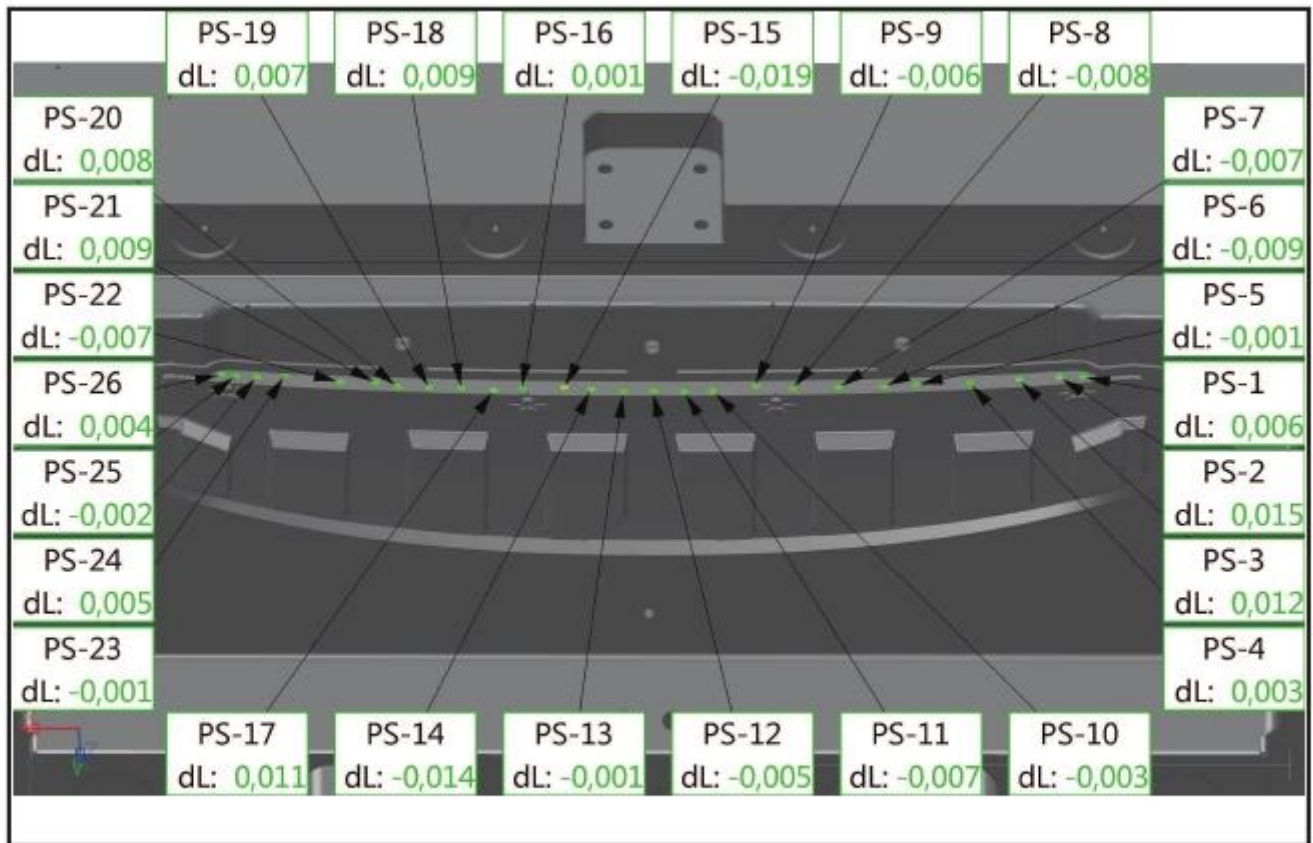




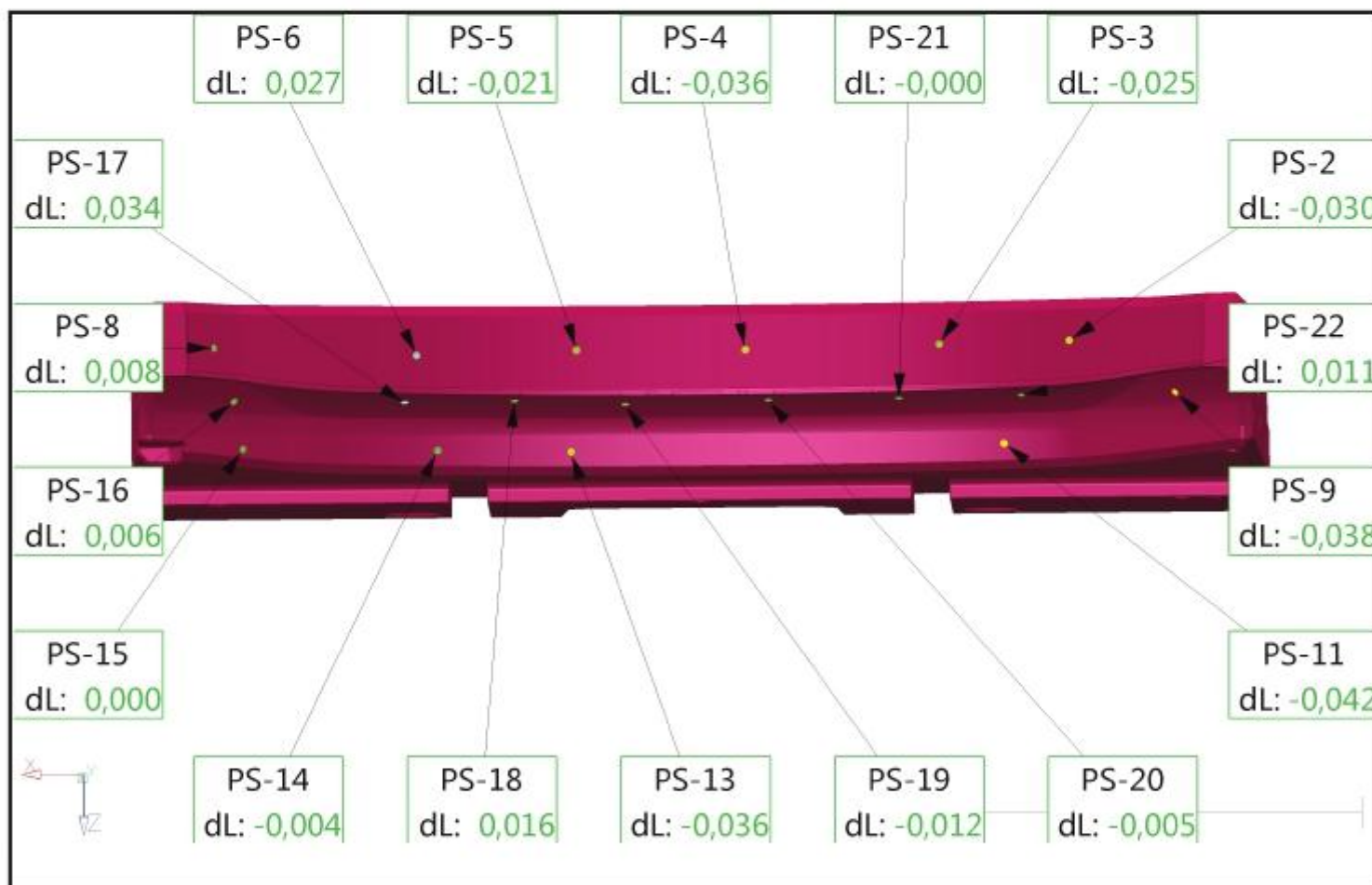


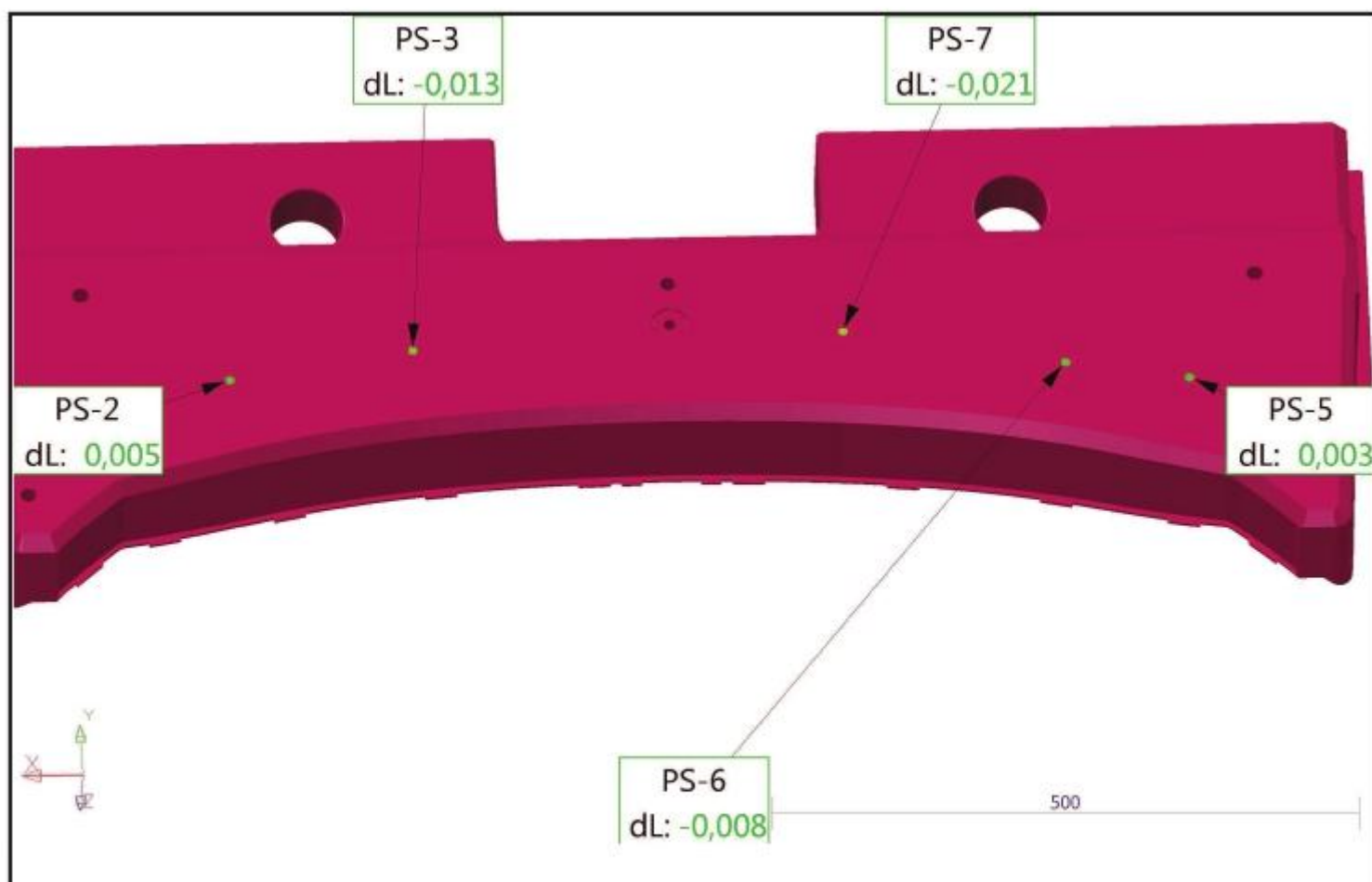
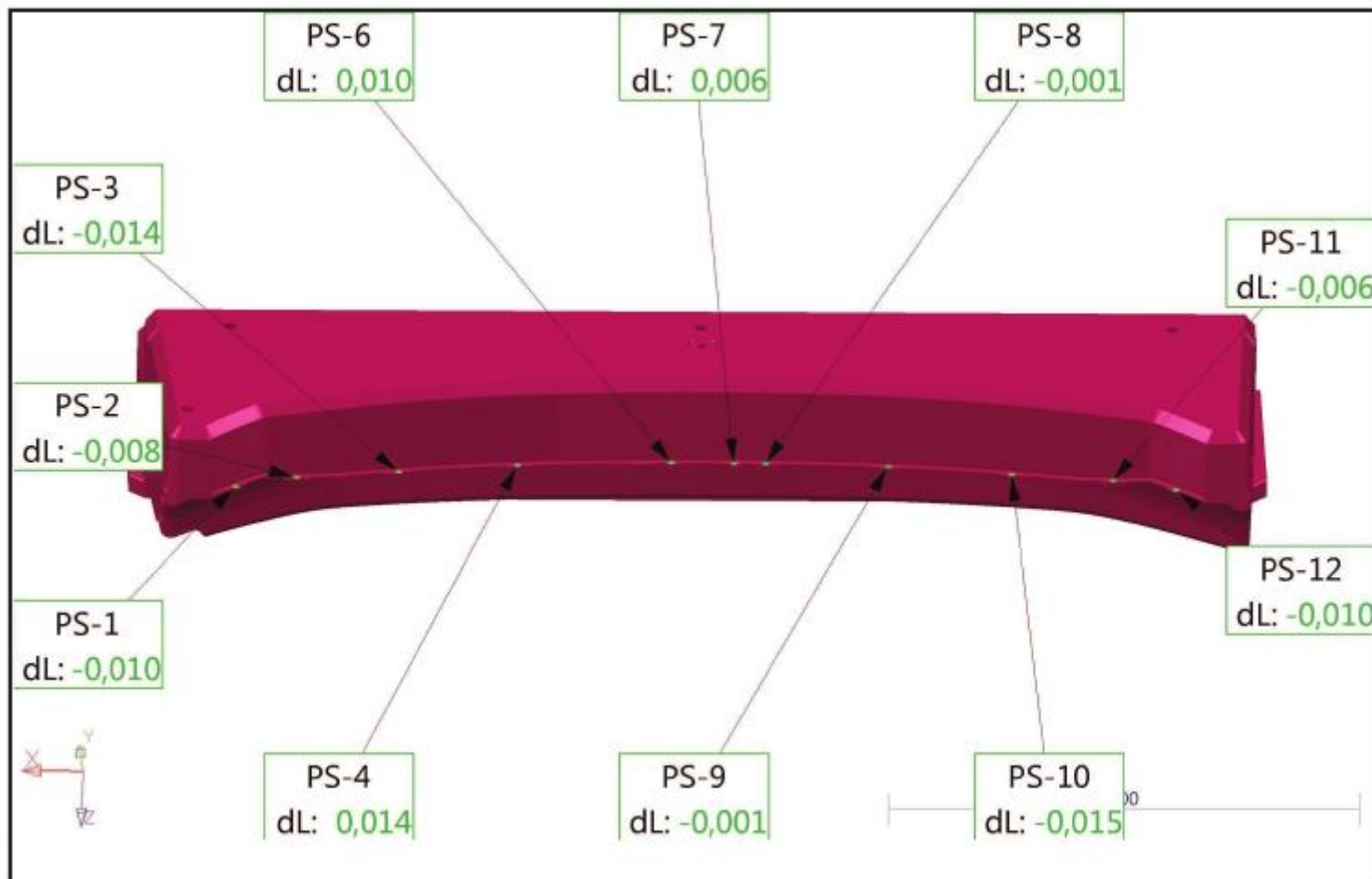






--





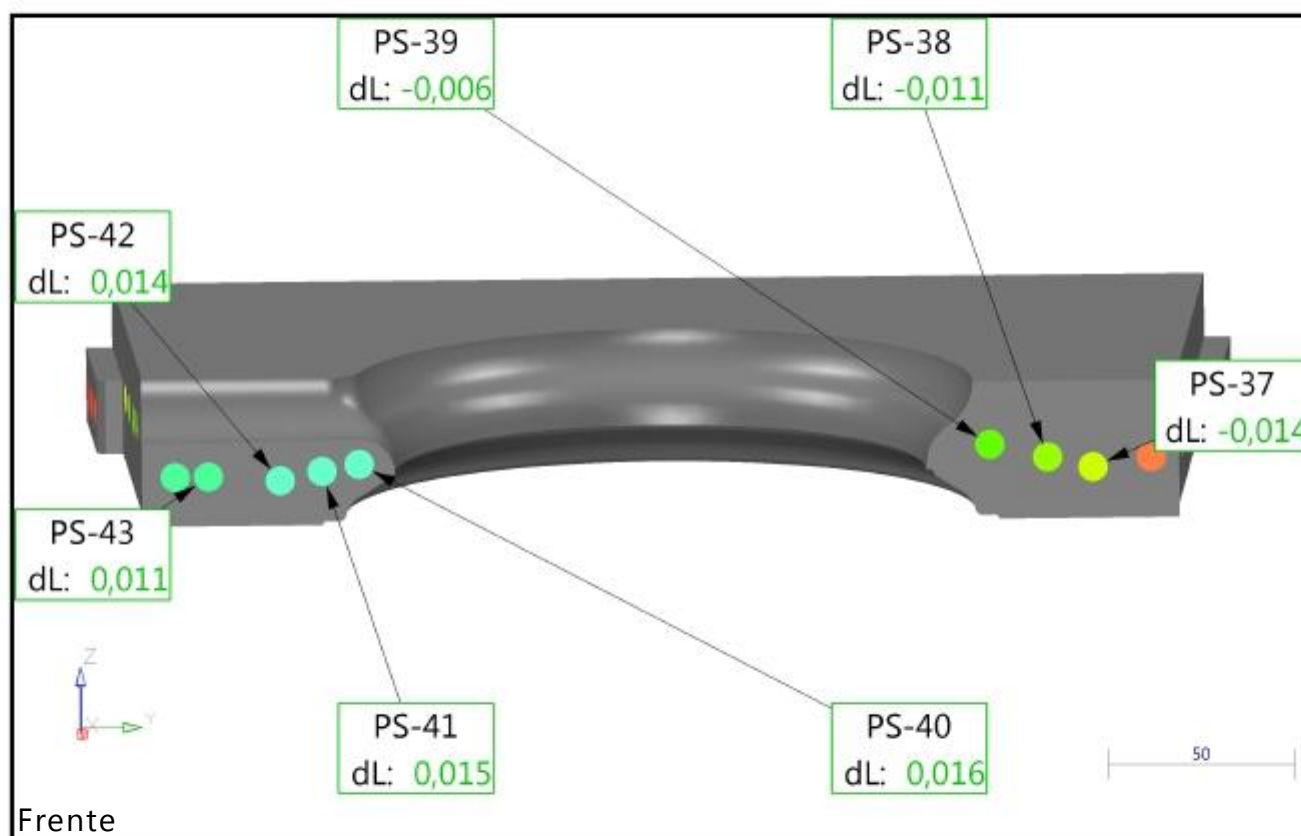


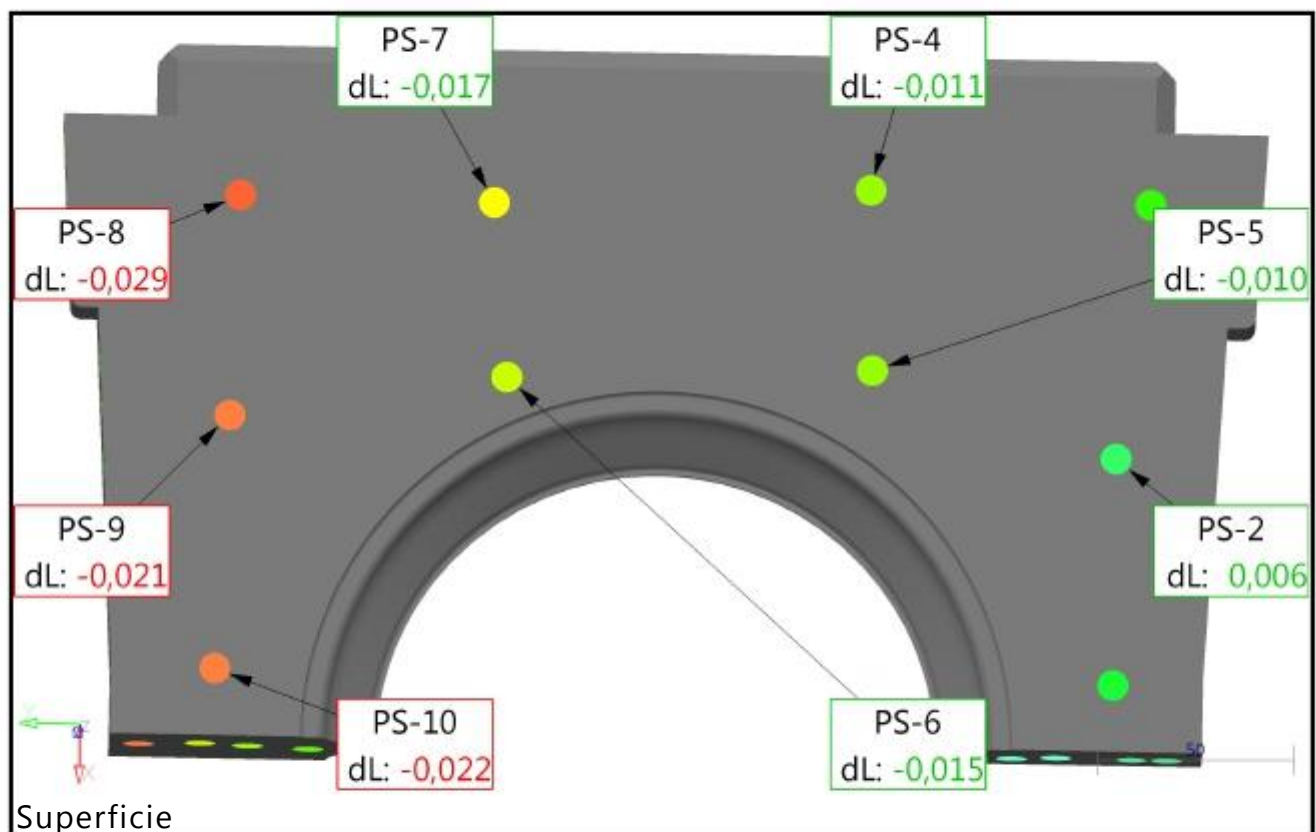
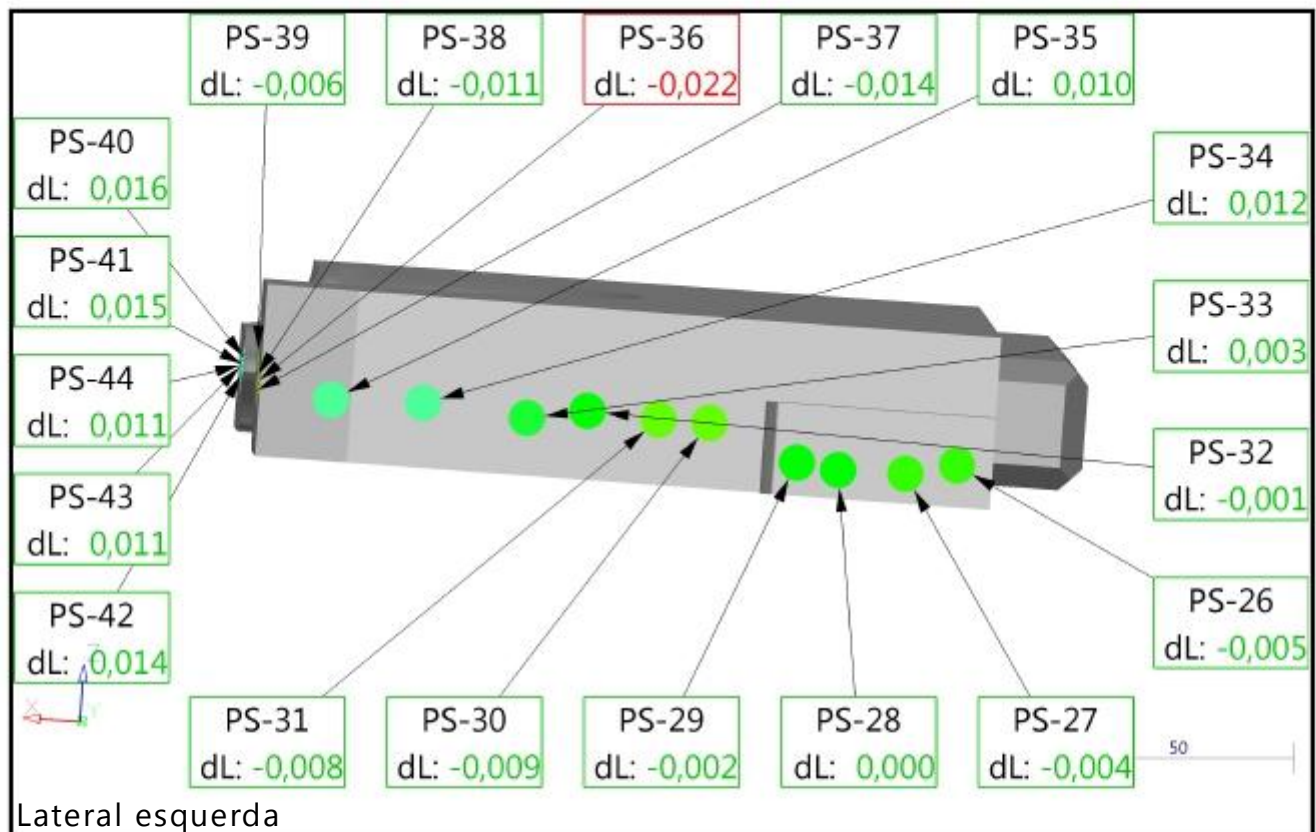
Morada:

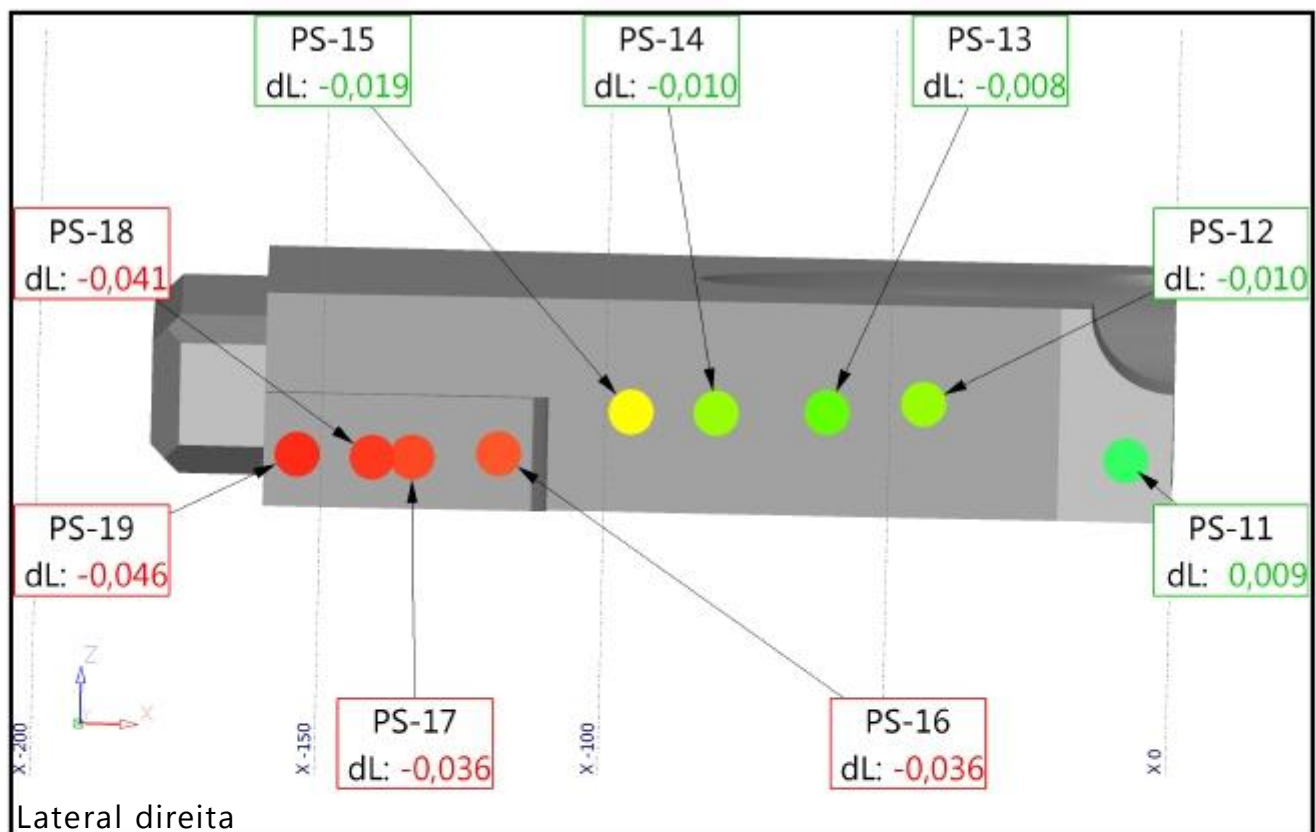
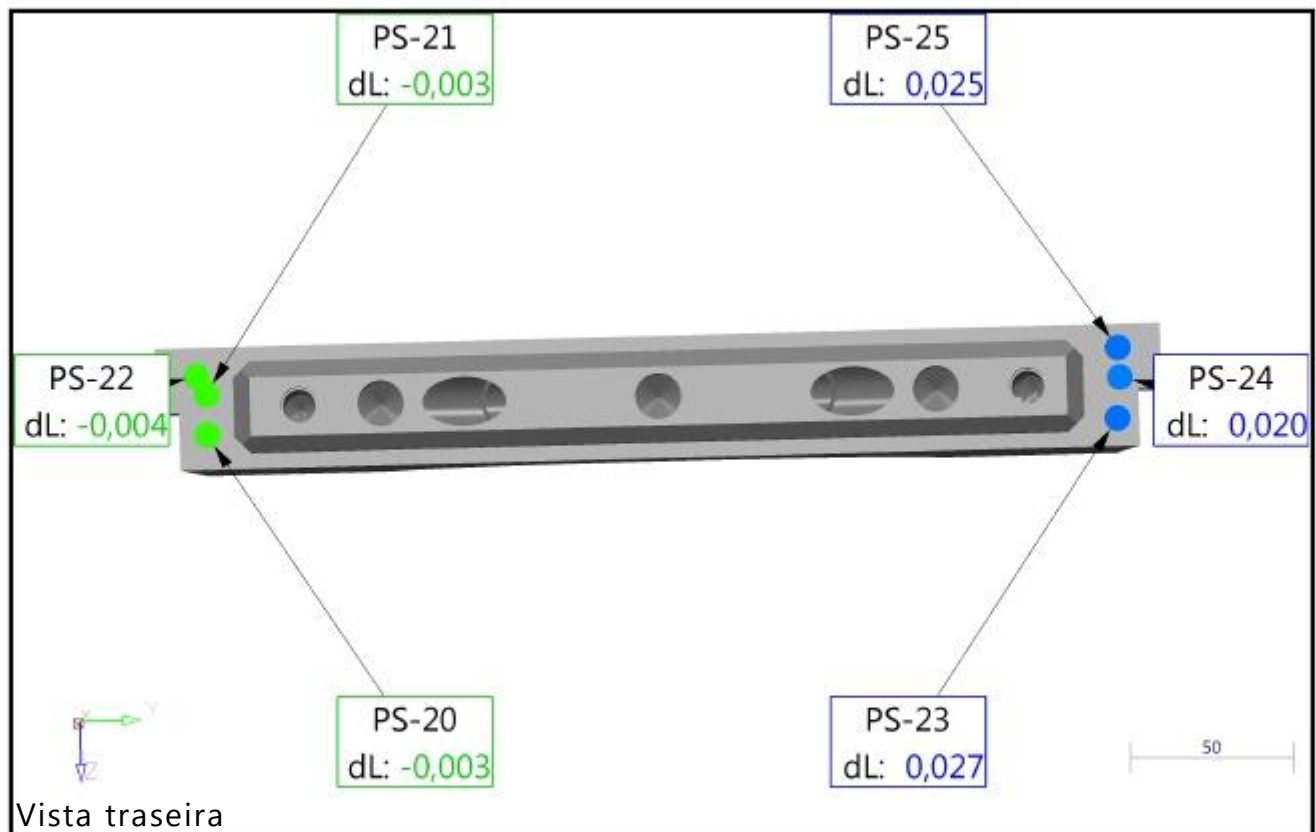
Rua Dâmaso Luís dos Santos,
LT15, Zona Industrial da
Vieira - 2430-835 Vieira de
Leiria - Portugal

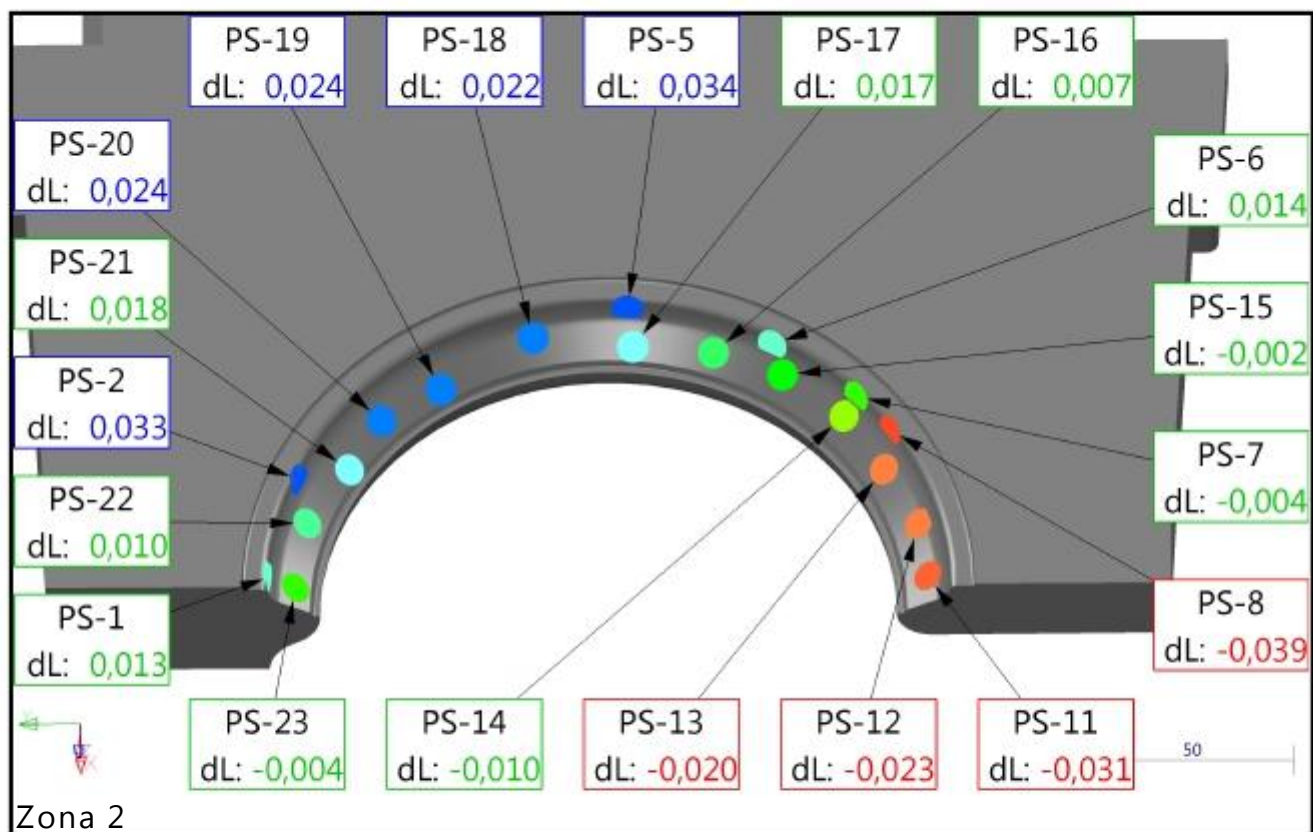
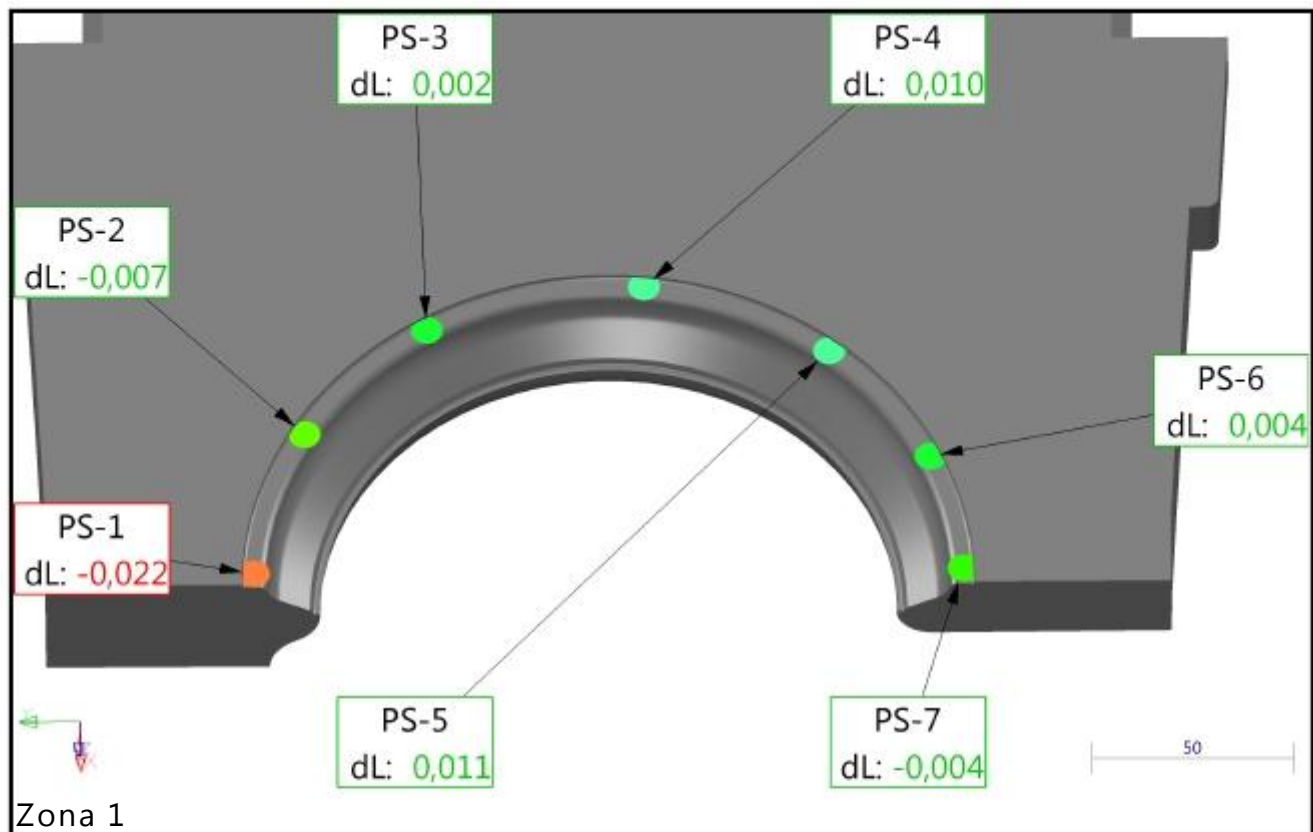
Moldata		Cliente	
Nº Molde		Cliente	
Nº Peça		Contacto	
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº	

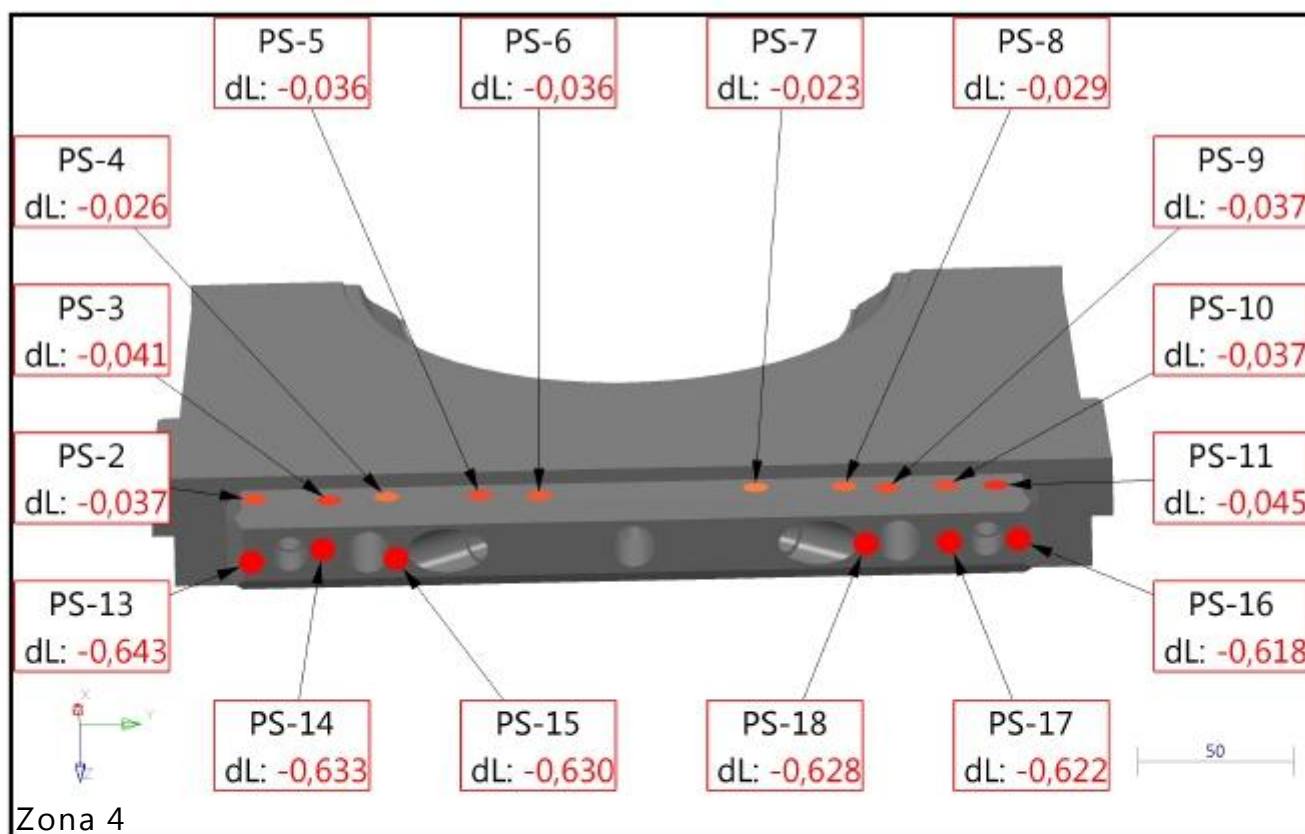
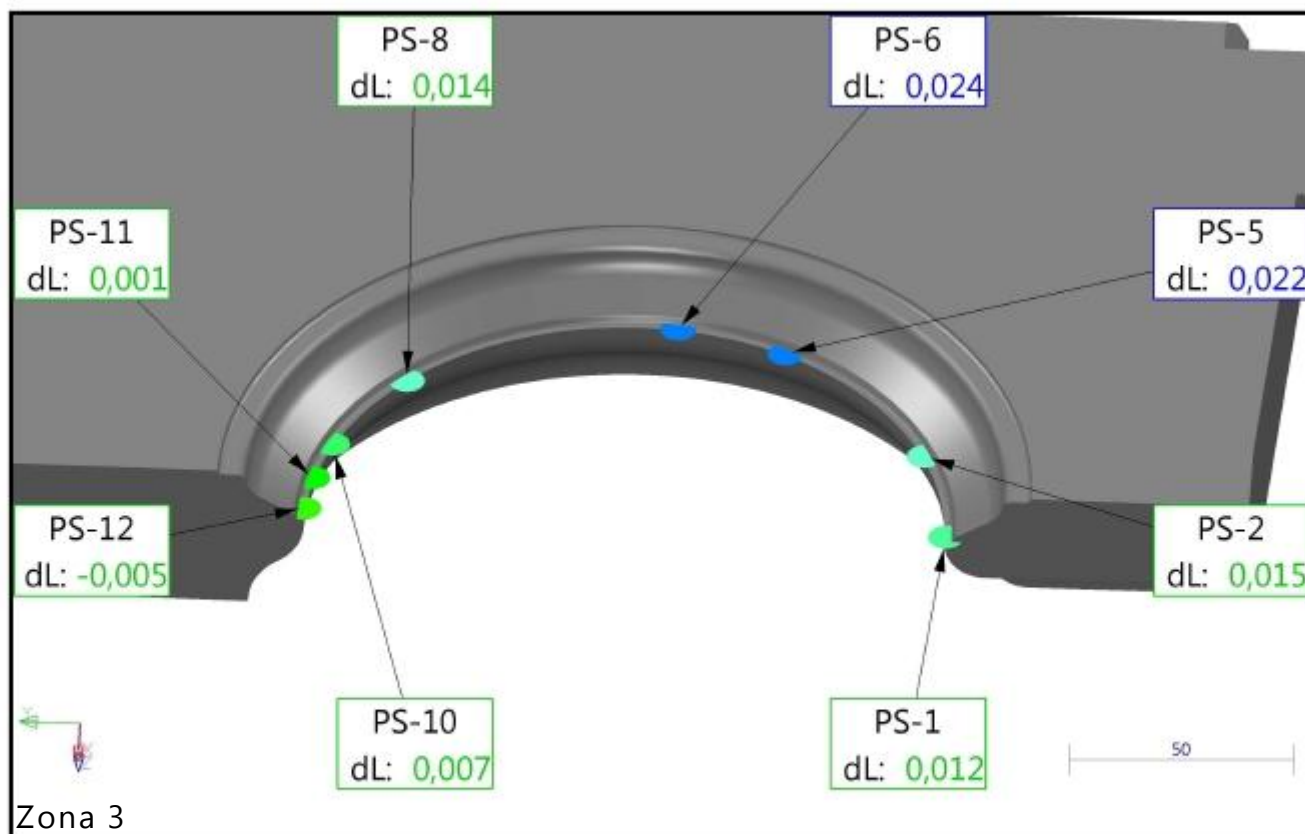
Medição: Peça principal

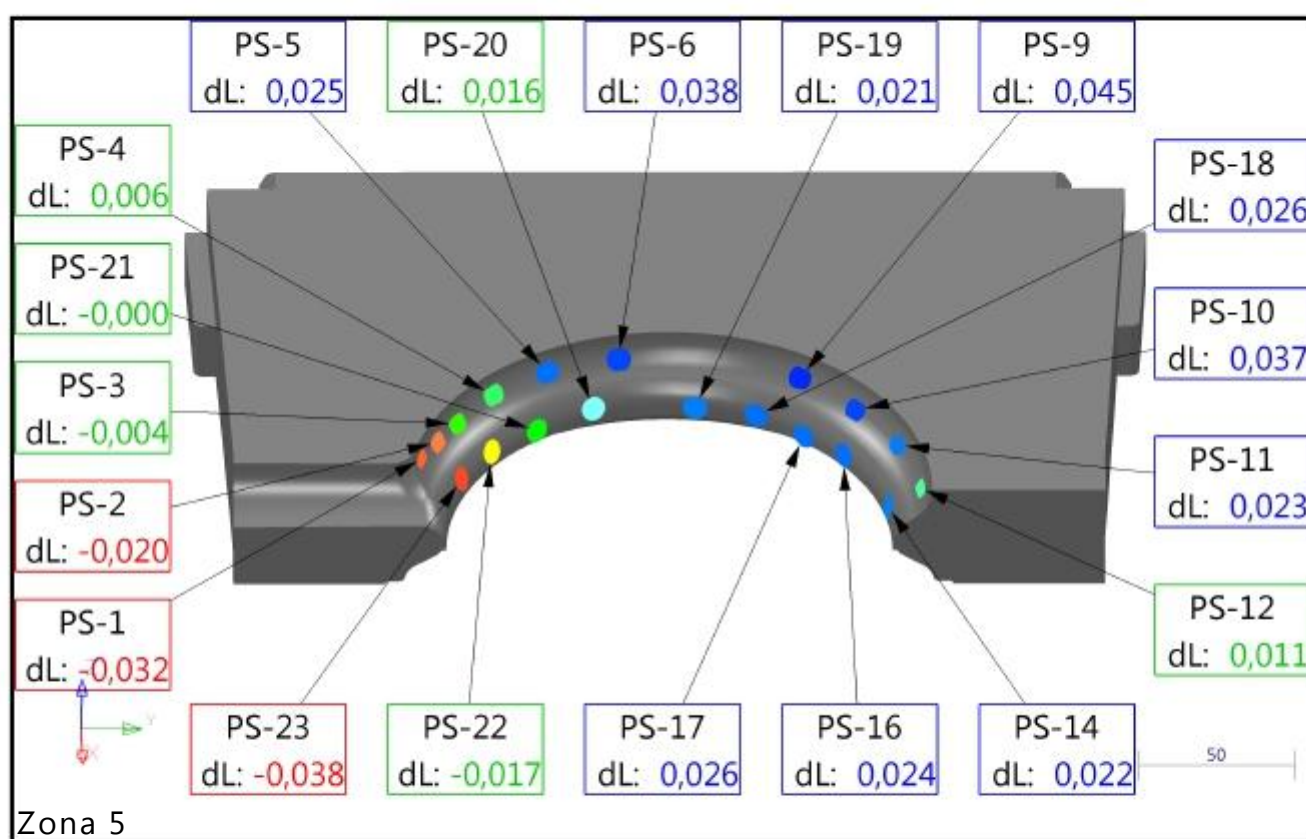
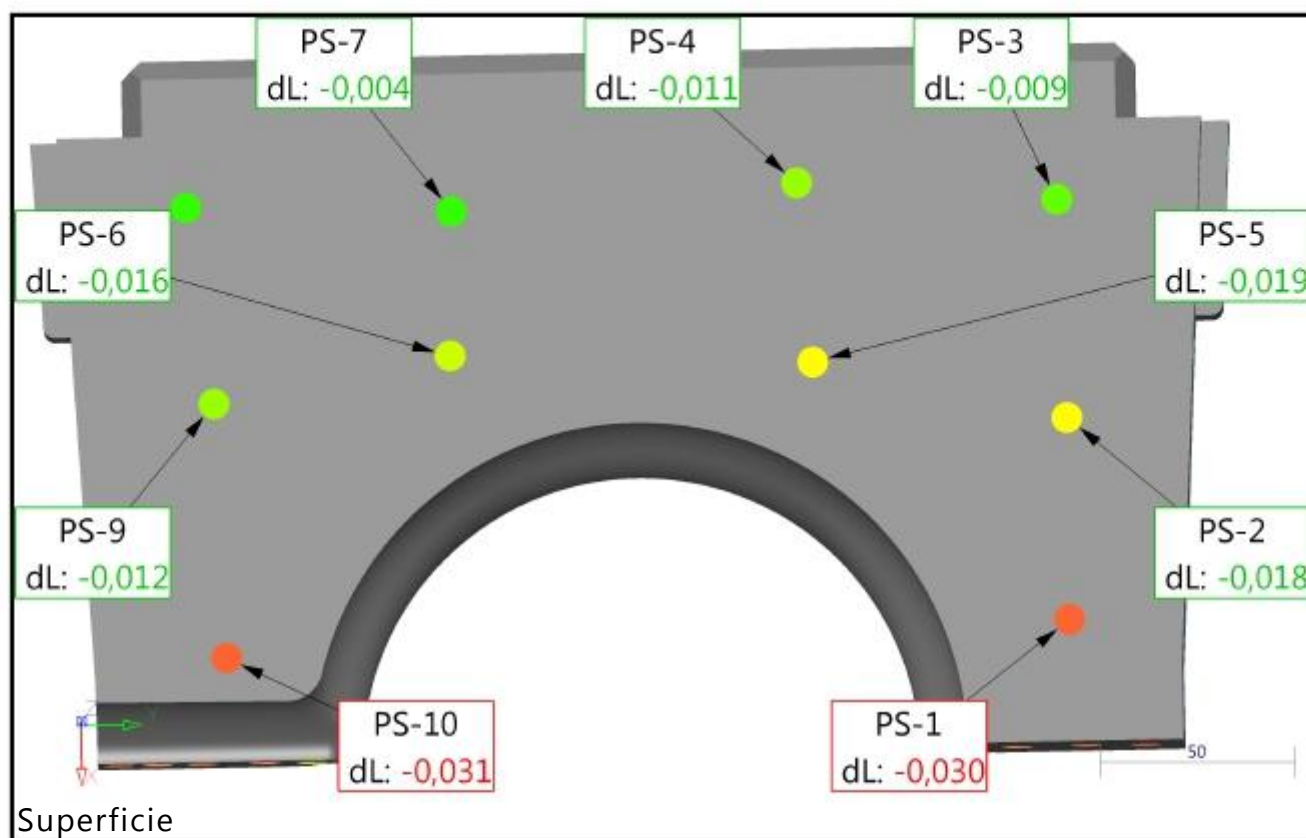


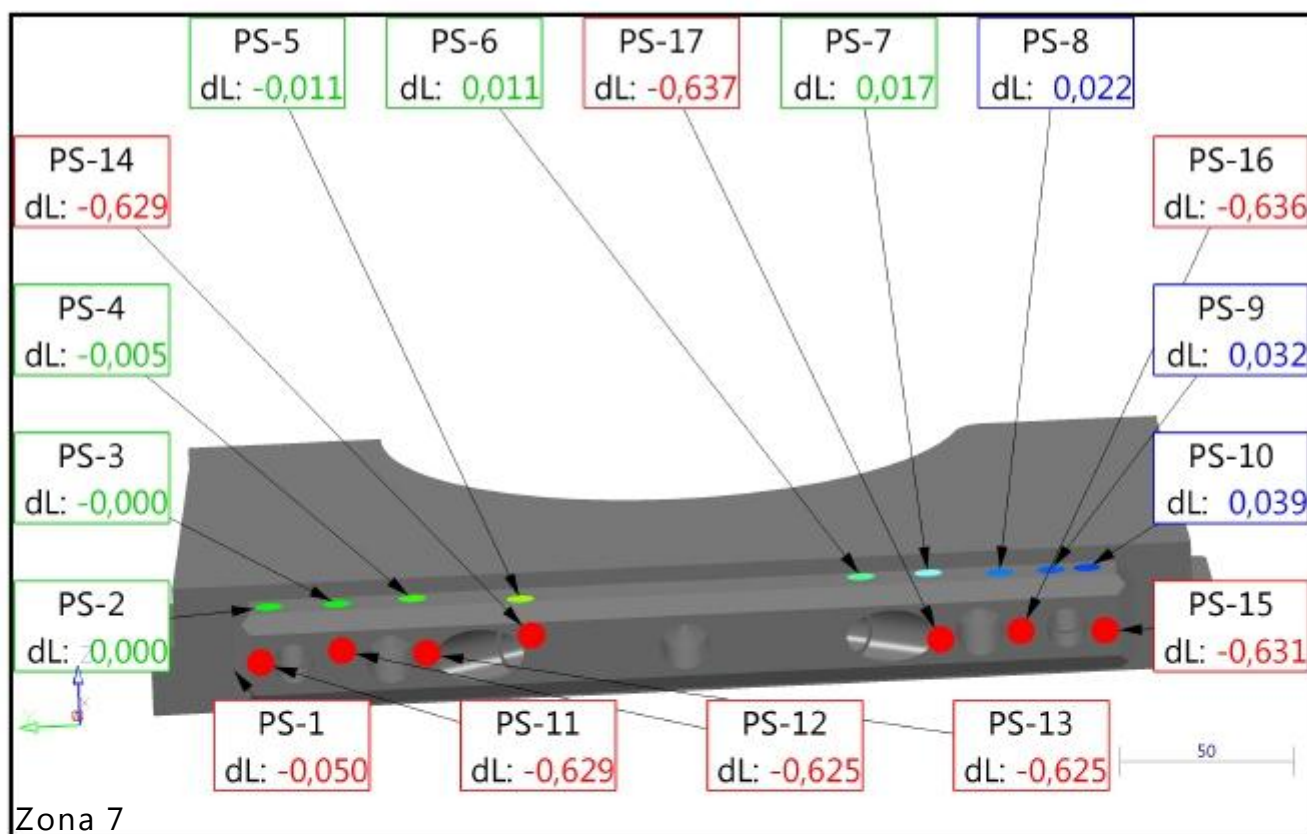
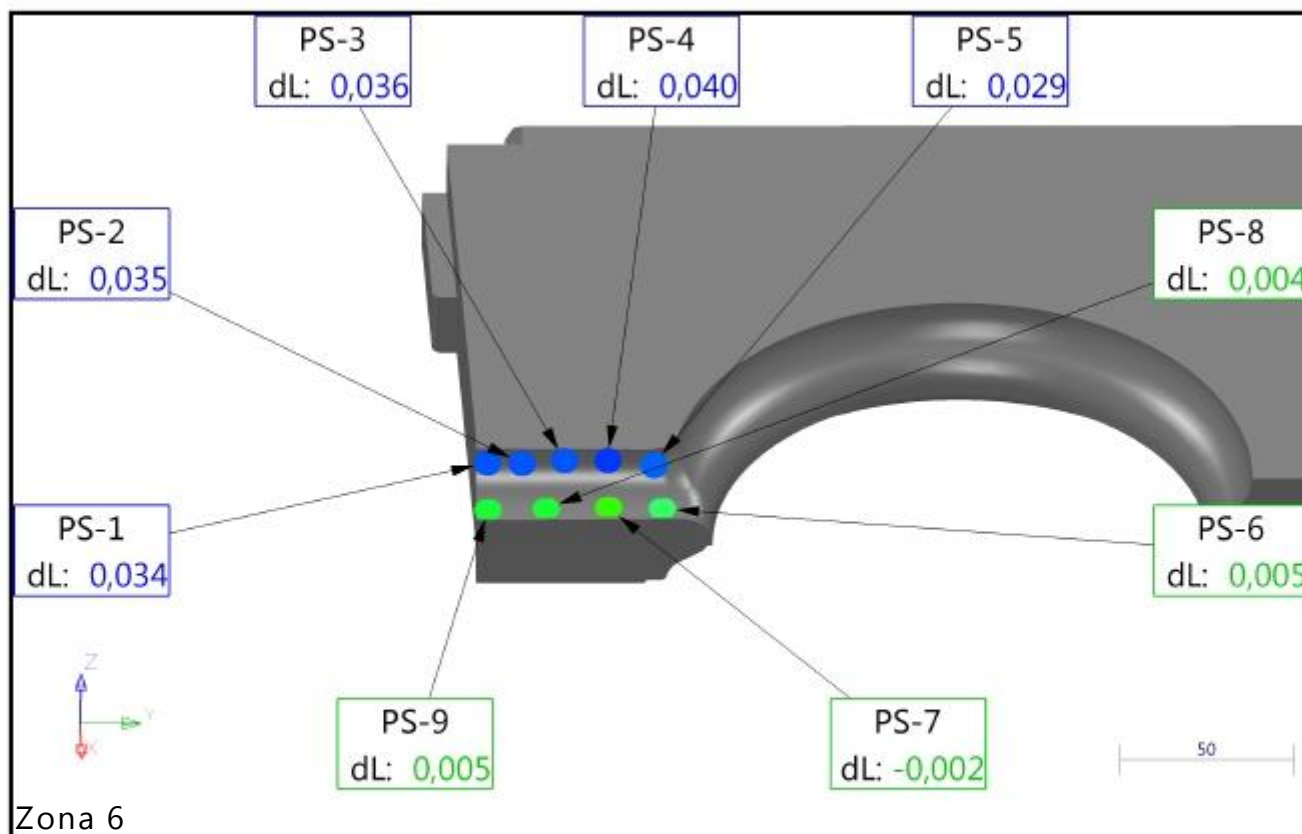














Morada:

Rua Dâmaso Luís dos Santos,
LT15, Zona Industrial da
Vieira - 2430-835 Vieira de
Leiria - Portugal

Moldata		Cliente	
Nº Molde		Cliente	
Nº Peça		Contacto	
Inspetor	Eng. Tiago Fonseca	Molde Nº	

Medição: Peça principal

